

デジタルコンテンツとしてのデジタル教科書
の配信基盤の整備事業
「要件定義されたデジタル教科書・配信方法の開発、実証
研究事業」

成果報告書

令和5年3月

**デジタルコンテンツとしてのデジタル教科書の配信基盤の整備事業
「要件定義されたデジタル教科書・配信方法の開発、実証研究事業」
成果報告書**

受託事業者名	BPS 株式会社
--------	----------

1 はじめに

本実証研究事業は、デジタル教科書の標準仕様を検討するために、要件定義されたデジタル教科書ビューアを開発改修し、機能要件や非機能要件、実用性についての効果検証を行う実証研究である。

2 要件定義されたデジタル教科書・配信方法の開発

(1) 機能に関する要件

① デジタル教科書ビューアの軽量化

【1】 要件への対応方針について

仕様書「○機能に関する要件 1. デジタル教科書ビューアの軽量化」で定められている各要件について、「超教科書クラウド」における対応状況および対応方針を以下に示す。

● **デジタル教科書のビューアの配信基盤側等の最適化**

超教科書クラウドでは、当初の設計段階より動作速度を重視して開発しており、動作速度について高評価を得ている。既に十分な高速化がされていると考えられるが、本対応では速度の測定およびさらなる改善の余地について調査する。

● **デジタル教科書の画面表示の軽量化**

本項目については、「○非機能要件(性能に関する要件等) 1. ビューアのコンテンツ表示時間について」と合わせて対応を行う。

● **画像および動画(デジタル教材)の読み込み**

超教科書では、コンテンツ側で意図して JavaScript 等で実装しない限り、現在表示しているページだけを読み込んでおり、次ページの自動先読みは行っていない。そのため、本要件はすでに満たされている。

【2】 ビューアのコンテンツ表示時間について

仕様書「○非機能要件(性能に関する要件等) 1. ビューアのコンテンツ表示時間について」で定められている要件は以下の通りである。

① デジタル教科書の本棚からの教科書へのアクセスに要する時間

操作時間を除き、本棚から教科書紙面を開くまでに要する時間を 10 秒以内で実現すること。もしくは現在の表示時間から 85%での表示を実現すること。

② ページめくりに要する時間

ページめくりに要する時間を 5 秒以内で実現すること。もしくは現在の表示時間から 85%での表示を実現すること。なお、ページ先読み機能等が実装されている場合は、キャッシュされていない状態で測定を行うこと。

これらの要件を実現するため、測定および必要な対応を行う。

【3】 対象操作

数値目標が要件として定められているビューアの起動（本棚から教科書紙面を開く）とページめくりを含め、利用頻度の高い以下の各操作を対象とする。

- パスワードによるログイン
- SSO によるログイン
- 本棚の表示
- ビューアの起動
- ビューア上でページめくり
- ビューア上で拡張コンテンツの表示
- ビューア上でコンテンツタブの切り替え

これらの各操作について、①現状の速度を測定 ②考える速度改善の対応を実施 ③対応後の速度を測定 を実施する。要件には明記されていないが、本棚までの各ページについてはページめくり準じて 5 秒以内を目標に測定・評価を行う。

【4】 現状速度の調査

配信基盤、ビューアの改善、軽量化に先立ち、まずは現状の速度について調査を行うこととする。

原則として、ステージング（STG）環境を使用する。ステージング環境は、一般公開されているクラウド本番環境と概ね同等の構成を持つ、超教科書クラウドの開発用環境である。

ただし、実ユーザの同時アクセス数に依存する箇所など、一部では本番環境のログ調査なども併用する。

＜測定端末＞

次の端末を、学校現場で実際に利用されるスペックに近い「GIGA スクール相当端末」とする。

（端末 1）

- Surface Go 2

- Windows 11
- CPU Intel® Core™ m3-8100Y
- RAM 8GB

(端末 2)

- ASUS Chromebook CZ1
- CPU MediaTek Kompanio 500 (8183)
- RAM 4GB

(端末 3)

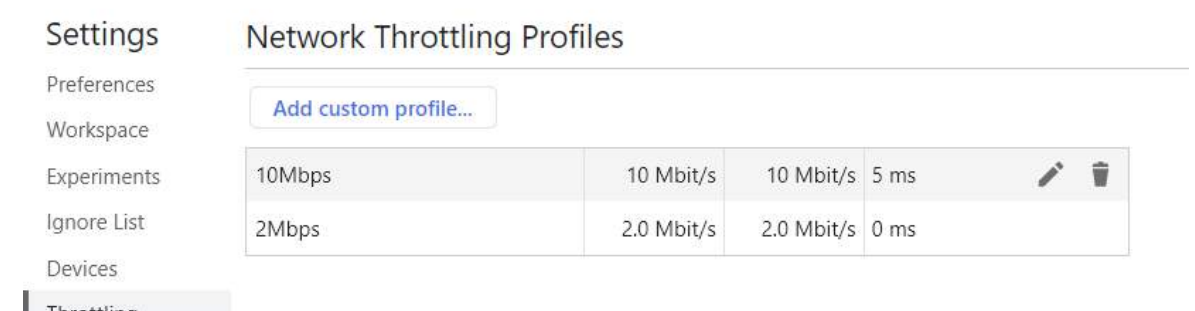
- FMV Chromebook
- Chrome OS
- CPU Intel(R) Celeron(R) 6305@1.80GHz
- RAM 4GB

<ブラウザ>

測定時点で最新の Google Chrome 安定版を利用した。概ねバージョン 107 または 108 を使用している。

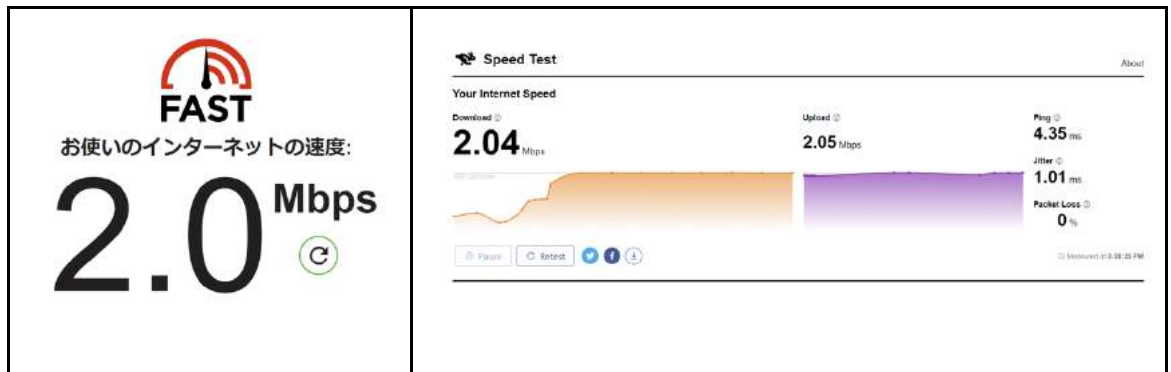
<ネットワーク環境>

ネットワーク環境は、仕様書に従い 2Mbps 程度の実効速度となるようにする。ルーターや WiFi AP での制限は機材調達の観点から繰り返しのテストが難しいこと、環境的な要因を受けやすいことから、原則として Chrome devtools で制限をかけることで 2Mbps の実効速度を再現する。



Chrome devtools により上記設定を行なって実行速度を制限した後、スピードテストサイトで、実際に 2Mbps 程度になっていることを確認した上で測定を行う。

fast.com	Cloudflare speedtest
----------	----------------------



【5】 測定の手法

対象となる実機を使用して実際に人間が操作を行う。速度の測定は Chrome Devtools の測定機能を用いるが、特性上それでは正確な測定が難しい箇所では、適宜それ以外の方法も採用する。

設定可能な場合は、電力設定やパフォーマンス設定などは基本的に出荷時状態または「標準」「バランス」などの項目を選択する。また、Windows Update などの負荷が大きいタスクにより測定結果がばらつくことを防ぐため、端末起動後はしばらく放置してから測定する。

<測定指標>

Chrome Devtools の測定機構で測定する場合は、主に次の指標を用いる。

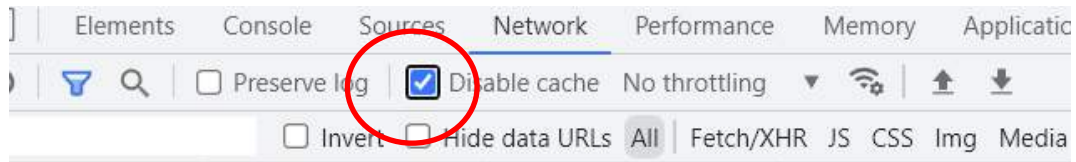
- FCP (First Contentful Paint)
 - ページコンテンツが「表示され始めた」時間である。
 - 詳細については <https://web.dev/fcp/> を参照のこと
- LCP (Largest Contentful Paint)
 - ページの主要コンテンツが表示された時間である。
 - 詳細については <https://web.dev/lcp/> を参照のこと
- DOMContentLoaded
 - HTML が読み込まれ DOM ツリーが構築されるまでの時間である。
- Load
 - すべての依存リソースが読み込み終わった時間である。

一般的には、LCP が「ページが読み込まれた」と認識できる時間に近い。しかし、ページの作りによっては初期データの読み込みがその後に行われることもあるため、本対応では次の指標を採用する。

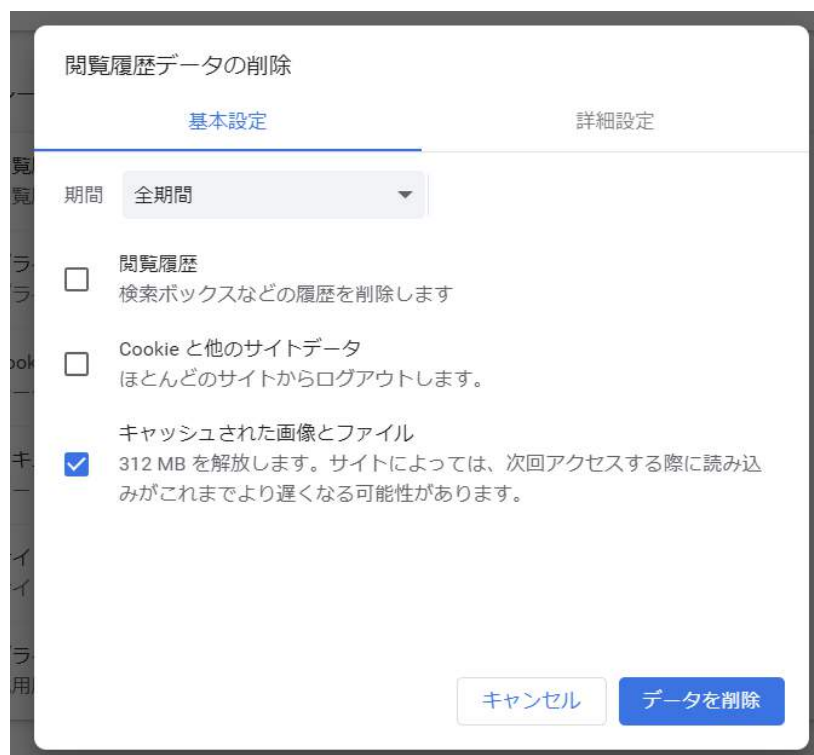
- 原則として、4 つの指標のうち最も長い(遅い)ものを「読み込み完了」とする。
- ページの特性上、ページが完全に表示されユーザ操作が可能になるまでに追加の時間がかかる場合は、4 つの指標にとらわれず、目視を含めた適切な手法を採用する。

<キャッシュの無効化>

ビューア起動およびページめくりの検証では、キャッシュを無効化するため、Chrome Devtools の設定で「Disable cache」のチェックを入れる。



各測定の間でも、初回利用を想定して、閲覧履歴データをすべて削除することで、キャッシュなどがない状態で開始する。



<ブラウザ以外の個別測定>

サーバの処理部分などについては、クライアント PC の通信の影響を受けないため、別途サーバ側の分析データなどをもとに測定する。

<教科書のコンテンツデータ>

超教科書クラウドでは、PDF からコンテンツを効率的に生成できる「超教科書オーサリングシステム」を使う方法と、手作業でデータを制作する方法の 2 通りでコンテンツを制作できる。

本対応では、仕様書における以下の記述：

表示時間の計測については 2MB のコンテンツファイルを利用し、デジタル教科書ビューアのレンダリングエンジン等により、端末側でダウンロードされるデータ容量を圧縮したり、ビューア側で読み込めるファイルフォーマット等を指定することで、コンテンツファイルの圧縮を求めたりするなどの対応を行い、指定された秒数以内に画面表示が完了できること。

に鑑み、オーサリングシステムにて 1 見開きがおおよそ 2MB 程度になるように画質調整して生成したコンテンツをベースに利用する。

ただし、より幅広く効果があることを確認するため、一部の施策では手作業で制作されたデータについても利用して効果を検証する。

＜オーサリングシステムで生成した 2Mbyte コンテンツの内訳＞

超教科書オーサリングシステムを使用し、試験用コンテンツ(啓林館わくわく理科 5)の PDF を 300dpi で変換した結果、各見開きのファイルサイズは以下の通りであった。画像以外のサイズは、XHTML や SVG の他、そのページから直接・間接問わず読み込まれる CSS 等の依存ファイルを含む。

見開き番号	画像サイズ	画像以外のサイズ	合計サイズ
1	2456 KB	9 KB	2465 KB
2	1960 KB	9 KB	1969 KB
3	1768 KB	9 KB	1777 KB
4	2052 KB	9 KB	2061 KB
5	2336 KB	9 KB	2345 KB
6	1888 KB	9 KB	1897 KB
7	2852 KB	9 KB	2861 KB
8	2400 KB	9 KB	2409 KB
平均	2214 KB	9 KB	2223 KB

合計サイズが平均 2.17MB(※)なので、これを「2MB のコンテンツファイル」として扱うこととする。

※ $2223 \div 1024 = 2.1708...$

【6】 測定の結果

各画面の測定結果は次のとおりである。

<トップページ(組織コード入力ページ)の表示>



測定結果

測定指標	Surface Go 2	Chromebook CZ1	FMV Chromebook
FCP	1.20 秒	1.40 秒	1.15 秒
LCP	1.33 秒	1.60 秒	1.50 秒
DOMContentLoaded	1.16 秒	1.32 秒	1.11 秒
Load	3.31 秒	3.69 秒	3.22 秒

概ね 3.5 秒程度といえる。概ね LCP タイミングで画面表示はされており操作も可能となっており、LCP と Load タイミングの差は、主に背景画像の読み込みが行われている。

<組織コードの入力～ログインページへの遷移>

組織コードを入力すると、確認ダイアログが表示され、ダイアログ上の「この組織で開始する」をクリックすることでログイン画面に遷移する。この際はサーバとの API 通信が発生するものの、ナビゲーション(画面遷移)は発生しない。そこで、Layout Shift(*)の発生タイミングの差分から、レイアウトが切り替わるまでの処理時間を測定する。

※ Layout Shift: コンテンツの表示上の見た目が大きく変動したタイミングを指す。Chrome Devtools のパフォーマンス測定機能にて発生タイミングを検知できるため、これを見た目上の遷移タイミング把握に活用する。



測定結果

測定区間	Surface Go 2	Chromebook CZ1	FMV Chromebook
API 通信の待ち時間	0.09 秒	0.08 秒	0.12 秒
ダイアログが表示されるまで	0.4 秒	0.4 秒	0.4 秒
画面遷移の時間	0.2 秒	0.2 秒	0.3 秒

API 通信の待ち時間以外は、基本的にアニメーションの時間であり、体感的な遅延は感じられない。

<通常ログイン～本棚の表示>

ID・パスワードを入力して「ログイン」ボタンをクリックし、本棚画面に遷移するまでの時間を測定する。なお、一般的な利用を想定し、本棚には事前に教科書が2冊登録されている状態とする。

超教科書クラウド

テスト組織

別アカウントからログインする場合

Googleアカウントでサインイン

Appleアカウントでサインイン

Microsoftアカウントでサインイン

超教科書アカウント

TestUser

.....

ログイン

新規ユーザー登録

パスワードがわからない場合はこちら

© BPS Co., Ltd.



測定結果

測定指標	Surface Go 2	Chromebook CZ1	FMV Chromebook
sign_in API 処理 ※	0.54 秒	0.33 秒	0.30 秒
FCP	1.21 秒	1.22 秒	0.84 秒
LCP	2.39 秒	2.36 秒	3.57 秒
DOMContentLoaded	1.15 秒	1.25 秒	0.79 秒
Load	2.48 秒	2.57 秒	1.05 秒

※API 通信は画面遷移の前に発生しているため、その他の指標との合計が必要。

概ね 2～4 秒程度といえる。

<SSO ログイン～本棚の表示>

SSO では Google, Microsoft, Apple のアカウントでログインできるが、ここでは最も多く利用されている Google アカウントによるサインインについて測定する。SSO では外部サイト(Google)への画面遷移を含め多くの遷移が発生するため、ページ遷移ごとの簡易的な測定とする。



測定結果

測定区間	Surface Go 2	Chromebook CZ1	FMV Chromebook
Google ログイン画面へ遷移	3 秒	3 秒	3 秒
Google でのログイン処理	2 秒	1 秒	2 秒
本棚の表示	3 秒	3 秒	3 秒

Google 側でかかる時間を除くと、概ね通常ログインと大差ない体感速度といえる。

<キャッシュを消した状態で本棚のリロード>

ログインセッションは残したまま、キャッシュだけ削除することで、純粋な本棚画面の表示時間を測定する。

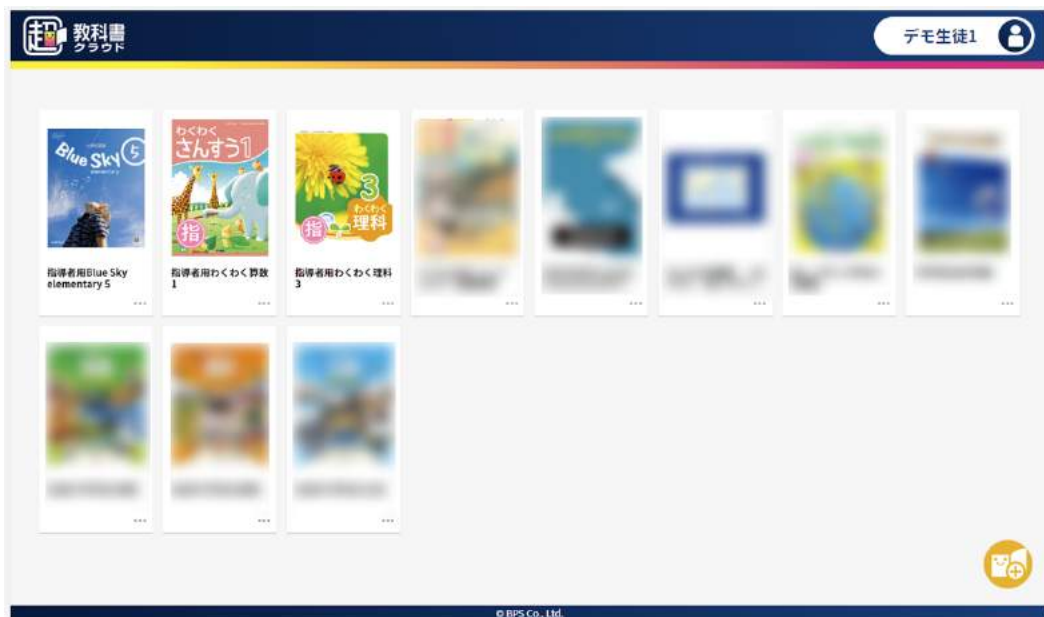
測定結果

測定指標	Surface Go 2	Chromebook CZ1	FMV Chromebook
FCP	1.08 秒	1.30 秒	0.964.8 秒
LCP	2.11 秒	2.44 秒	2.0628 秒
DOMContentLoaded	1.04 秒	1.27 秒	0.951 秒
Load	2.98 秒	2.58 秒	2.41 秒

概ね 3 秒弱といえる。実際には 2 秒程度でほぼ表示が完了して操作も可能になっており、残りの 1 秒はサムネイルが段階的に表示されている。

<教科書が多数登録されている場合の本棚表示>

本棚に多数の教科書が登録されている場合の速度を測定する。ここでは実際に本番環境で配信されている教科書と同じデータを用いて、複数出版社合計 11 冊が並んだアカウントを使用して測定する。また、この測定では 2.2.3.5 と同じくすべてのキャッシュを削除して測定する。



なお、2022 年度時点では、テストアカウント以外でこれほど多くの教科書が並ぶケースはかなり稀と考えられる。

測定結果

測定指標	Surface Go 2	Chromebook CZ1	FMV Chromebook
------	--------------	----------------	----------------

FCP	1.02 秒	1.74 秒	0.9998 秒
LCP	2.92 秒	36 秒	4.8211 秒
DOMContentLoaded	1.01 秒	1.71 秒	0.974 秒
Load	78 秒	78 秒	78 秒

非常に長い時間がかかっている。これは一部の教科書のカバー画像が大きいため、約 3 秒時点ですべての教科書が並んで操作もできるものの、カバー画像が完全に表示されるまでに長時間を要している。

＜ビューアの起動＞

本棚の書影をクリックし、ビューアが起動して操作可能になるまでの時間を計測する。ビューア画面においては、Chrome Devtools 標準機能の測定ではコンテンツ読み込み部分が正しく測定できず、結果が小さく(速く)なりすぎてしまう。そこで、本測定ではより実態に即した方法として以下の手法を採用する。

- ビューア画面を読み込み始めた時点(performance.timeOrigin)を起点とする。
 - 本棚画面で書影をクリックした際は、認証などの処理なしに即座にビューア画面に遷移するため、ビューア画面を読み込み始めるまでの時間は無視できる。
- コンテンツが完全に読み込まれた(コンテンツの紙面を表示している iframe で load イベントが発生した)時点完了とする。
 - load イベントの発生と視覚的な読み込み完了および操作可能のタイミングは、認識できる差異がない(僅かに load イベントのほうが遅い=時間が長く計測されるが、差分は多く見積もっても 0.1 秒未満)ことを確認している。
- 途中経過については、Network の内訳および目視で確認する。

オーサリングシステムで制作した「2MB のコンテンツファイル」を使用して測定を行う。



なお、これまでの測定で端末による性能差は小さいことが確認できているため、以降は GIGA スクール相当端末 3 台で 1 回ずつではなく、原則として 1 台で 3 回程度測定した平均値を取ることとする。

測定結果

紙面コンテンツが完全に表示されるまでの時間は 12.0 秒であった。視覚的な状態遷移ごとの経過時間を以下に示す。

測定区間	経過時間 (累計)	主な処理
読み込み開始	0 秒	－
読み込み中表示が始まる	1.1 秒	ビューアの JS ファイル読み込み
ビューアの UI が表示される	3.1 秒	ライセンス認証 API の呼び出し、ビューアの追加 JS ファイル読み込み
コンテンツが表示され始める	4.1 秒	ビューアの内部処理、画像ファイルなどの読み込み
コンテンツが完全に表示される	12.0 秒	紙面コンテンツの読み込み

<ページめくり>

オーサリングシステムで制作した「2MB のコンテンツファイル」を使用して測定を行う。

ページめくり操作においては、Chrome Devtools 標準機能の測定ではコンテンツ読み込み部分が正しく測定できず、結果が小さく(速く)なりすぎてしまう。そこで、本測定ではより実態に即した方法として以下の手法を採用する。

- ページめくりボタンをクリックしたタイミングを起点とする。
- 遷移先ページのコンテンツが完全に読み込まれた(コンテンツの iframe で load イベントが発生した)時点を完了とする



測定結果

測定区間	ファイルサイズ	ページめくり時間
ページめくり 見開き 1 → 見開き 2	1969 KB	8.2 秒
ページめくり 見開き 2 → 見開き 3	1777 KB	7.1 秒
ページめくり 見開き 3 → 見開き 4	2061 KB	8.3 秒
ページめくり 見開き 4 → 見開き 5	2345 KB	9.4 秒
ページめくり 見開き 5 → 見開き 6	1897 KB	7.9 秒

ページめくり 見開き 6 → 見開き 7	2861 KB	11.8 秒
ページめくり 見開き 7 → 見開き 8	2409 KB	10.0 秒
平均	2188.4 KB	8.96 秒

概ねファイルサイズとページめくり時間は比例している。平均時間は 8.96 秒だが、HTTP プロトコルによる転送経路での gzip 圧縮が JPEG ファイルでは効果がないことを踏まえると、2Mbps 回線における理論上の転送時間は平均 8.55 秒であり、実時間の 95%以上を占める

＜拡張コンテンツの表示＞

紙面上のリンクから、拡張コンテンツタブが新たに開くまでの時間を測定する。

本測定では純粋にタブを開く機能を検証するため、コンテンツには試験用コンテンツを用い、以下の手法を採用する。

- リンクをクリックしたタイミングを起点とする。
- 遷移先ページのコンテンツが完全に読み込まれた(コンテンツの iframe で load イベントが発生した)時点を完了とする。



測定結果

測定区間	時間
------	----

読み込み完了	0.07 秒
--------	--------

試験用コンテンツは軽量なため読み込み時間が短いこともあり、ほぼ一瞬で表示されている。ビューア動作によるオーバーヘッドは誤差レベルと言える。

<コンテンツタブの切り替え>

ビューアのタブ切り替え(拡張コンテンツタブから、先程まで表示していた紙面タブに戻る操作)にかかる時間を測定する。



測定結果

測定区間	時間
読み込み完了	0.05 秒未満

既に読み込まれたタブへの切り替えであり、表示にかかる時間は測定不能なほど小さい。

【7】 測定結果の考察と改善の検討

<測定結果の考察>

測定結果の通り、トップページ、ログイン画面、本棚などのフローについては、GIGA スクール相当端末で 2Mbps に帯域制限した状態でも概ね 1～4 秒程度で遷移できており、既に十分高速と考えられる。

ビューアの起動とページ遷移については、平均値が 12.0 秒、8.96 秒となっており、それぞれ基準値である 10 秒、5 秒を超過しているため改善が必要である。

ビューアの起動を分析すると、

- サーバ API の通信が 10%程度
- ビューアプログラムのダウンロードが 10%程度
- ビューアの UI 画像などのダウンロードが 5%程度
- ビューアプログラムの処理が 5%程度
- 最初のページコンテンツのダウンロードが 70%程度

となっている。またページめくりは時間の大半がページコンテンツのダウンロードであり、ビューアプログラムの処理時間は 5%以下である。

また、教科書が多数登録されている場合の本棚表示では、カバー画像の表示完了までに非常に長い時間がかかっている。実利用ではあまり起きないケースで、また読み込み中にも操作はできるため実用に支障はないものの、改善が望まれる。

＜改善の方針＞

以下の方針で対応を行う。

ページめくり:

支配的であるコンテンツデータの通信時間を削減し、それにより 5 秒以下の達成を図る。

ビューアの起動:

ビューアの起動については、コンテンツデータダウンロード以外の時間は 4 秒程度であり、ページめくりが 5 秒以下を達成できれば、ビューア起動時の初回ページ表示も 9 秒以下となり、余裕を持って 10 秒以下の目標を達成できる。そのため、ページめくりの速度改善に注力した対応を行い、効果を測定する。

その他:

数値目標は定めないが、可能な限りの高速化を目的に対応を検討する。具体的には、ビューアプログラム・本棚プログラム(クライアントブラウザ上で動作する JavaScript プログラム)の改善、サーバ動作の改善の各観点から対応を検討する。

【8】 改善の施策

<ページめくりの通信時間削減>

方式 1: 紙面の WebP 化

概要:

紙面のうちファイルサイズの大半を占める画像について、JPEG からより圧縮効率の良いフォーマットに変換する。

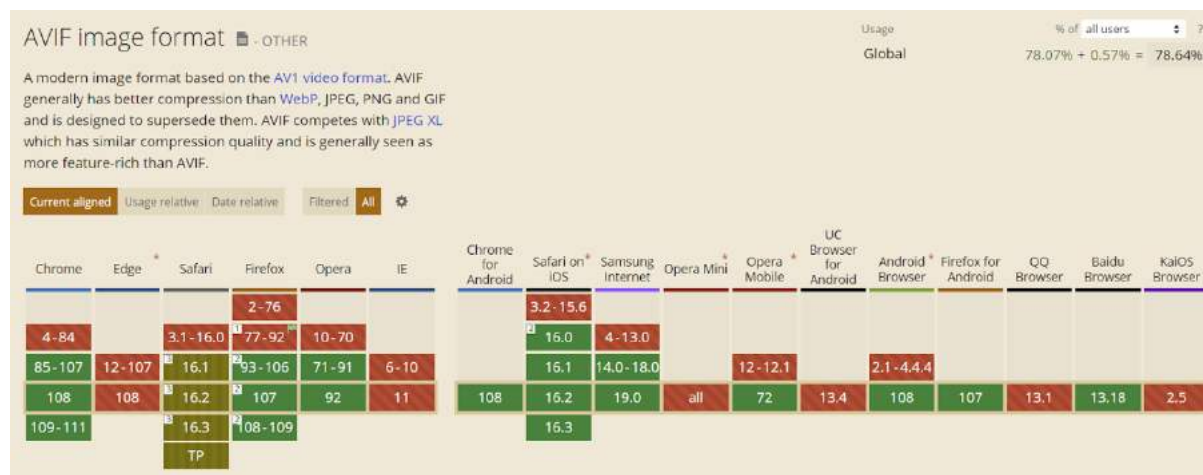
調査結果:

次世代画像フォーマットとして、WebP・AVIF を試す。オーサリングシステムを使用して制作したコンテンツについて、画像フォーマットを変更した結果は以下の通りである。なお、WebP・AVIF とともに画質設定はデフォルト値とした。

ページ(見開き)	PNG(参考)	JPEG	WebP	AVIF
1	12610 KB	2456 KB	880 KB	567 KB
2	7047 KB	1960 KB	600 KB	421 KB
3	7537 KB	1768 KB	528 KB	362 KB
4	7928 KB	2052 KB	656 KB	475 KB
5	11812 KB	2336 KB	776 KB	511 KB
6	7418 KB	1888 KB	588 KB	421 KB
7	12683 KB	2852 KB	1040 KB	725 KB
8	9197 KB	2400 KB	840 KB	598 KB
平均	9529 KB	2214 KB	738.5 KB	510 KB
JPEG 比	430%	100%	33%	23%

画質については目視による確認だが、いずれの画像フォーマットも、最大まで拡大してもブレインデックスで違いを見つけることはできない程度であった。

調査結果から、AVIF が最も圧縮効率が良い。しかしながら、超教科書クラウドがサポートする環境のうち、Google Chrome は AVIF に対応しているものの、Microsoft Edge と Safari が非対応である。そのため、2023 年初頭の時点では、仮に AVIF を採用する場合は、WebP へのフォールバックの仕組みが必須となる。



画像データ形式 AVIF を利用可能なブラウザ環境(<https://caniuse.com/avif> より引用)

フォールバックの仕組みを導入した場合、システムが複雑化し開発やオーサリング・動作テストにかかる工数が増大するほか、コンテンツ自体には両方のファイルが含まれるためストレージを逼迫し、アプリ版の利用者には端末のストレージ利用量が大幅に増えるという悪影響が生じる。

結論:

サイズ削減に大きな効果があるため、WebP を採用する。超教科書オーサリングシステムで WebP を出力する機能を追加実装するとともに、手作業で制作したコンテンツについても変換スクリプトを用いて変換できるようにする。これにより、ページめくり通信時間をおよそ 3 分の 1 に削減する効果が見込める。

AVIF は現時点ではフォールバックが必須であり、デメリットを加味し、採用しない。令和 10 年度頃までには対象となる全プラットフォームで AVIF が使えることも期待されるので、将来的に WebP から AVIF に乗り換えることを検討する。

方式 2: SVG による紙面

概要:

紙面コンテンツのうち、JPEG/PNG の画像が大きなサイズを占める。そこで、紙面を SVG 化することで、軽量化が出来ないか検討する。

調査結果:

啓林館「わくわく理科 5」「わくわく理科 6」の抜粋版 PDF を使用し、画像の合計ファイルサイズを比較する。ページ数が異なるのでサイズは参考値であり、画像フォーマットによる変化率を確認する。

作成した SVG は、svgcleaner を使い十分な最適化を行っている。

コンテンツ名	PNG	JPEG	WebP	SVG
わくわく理科 5	75.5MB	13.2MB	8.8MB	12.1MB
わくわく理科 6	213.5MB	35.7MB	27.7MB	32.5MB

結論:

結果として、SVG 化には一定のサイズ削減効果が見られるが、WebP 化のほうが効果大きい。さらに、SVG はラスター画像に比べて一般にブラウザの描画負荷が高く、低スペックマシンでは描画にかかる時間が増加する懸念もあるため、本方式は採用しないこととした。

方式 3: 紙面画像の画像共用

概要:

各ページ間や紙面と拡張コンテンツなど、コンテンツ内のそれぞれ異なるページにおいて同一または類似する画像を利用している場合に 1 つの画像を共用することでファイルサイズや通信量が削減できるか検討する。

調査結果:

オーサリングシステムにて作成した試験用コンテンツ、並びに手作業で制作されたコンテンツに対し重複画像検出ツール

findimagedupes (<https://github.com/jhnc/findimagedupes>)

を用いて同一または類似する画像の検出を実行したが、「ページとそのサムネイル」のように本来的に同一のものが検出される他は、手作業で制作されたコンテンツにおいてアニメーションに用いられる一部が異なる複数枚の画像を誤って全て同一と判定してしまうなどの不適切な結果が大半を占め、実際に共用可能と断定出来る画像はほとんど検出されなかった。

結論:

以下の理由により、本方式は採用しないこととした。

- オーサリングシステムで制作したコンテンツについては、既に十分な最適化がされている
- 出版社が手作業で制作したコンテンツについて、画像を共用してよいかどうかの判断は人間でしかできず、システム的に実現することは困難

- また、調査した範囲では既に十分な検討・最適化が行われており、追加で共用できる場所がほぼない。白紙画像などで一部対応できる可能性はあるが、効果は限定的と思われる

方式 4: JS コードの共用

概要:

コンテンツ内で利用されている JavaScript 処理について、同一の処理を 1 つのファイルに記述し複数箇所でも共用する最適化を現状からさらに推し進め、ファイルサイズや通信量を削減できるか検証する。

調査結果:

オーサリングシステムには既に適切な共用が行われるようにシステムが実装されているため、それを用いて作成したコンテンツは十分な最適化がなされている。

出版社が手作業で制作したコンテンツについても jQuery などの汎用 JavaScript ライブラリの共用といった最適化は既に行われおり、コンテンツの合計サイズに対する JavaScript ファイルの合計サイズは 3.45GB 中の 4.14MB といったもので割合としては 0.1%程度であるため、さらなる最適化によって得られる効果は非常に限定的なものだろうと考えられる。

結論:

以下の理由により、本方式は採用しないこととした。

- オーサリングシステムで制作したコンテンツについては、既に十分な最適化がされている
- 出版社が手作業で制作したコンテンツについても、調査した範囲では既に十分な最適化がされている

方式 5: svgcleaner の採用

概要:

現在のコンテンツ構造における SVG 利用箇所について svgcleaner を適用し、ファイルサイズや通信量を削減できるか検証する。

なお、本項目は紙面データはあくまで画像であるため、「方式 2: SVG による紙面」とは異なる。

調査結果:

オーサリングシステムを用いて JPEG 版/WebP 版それぞれについて svgcleaner による最適化の有無が異なる試験用コンテンツを用意しファイルサイズの削減量を計測した。

現在のコンテンツ構造において SVG は紙面画像をページ全体に表示する目的で利用されており、その SVG に対して svgcleaner が適用されるものとなるが、結果削減されたサイズは 1KB にも満たず、コンテンツ全体に対する削減率は 0.001%未満であった。

形式	合計コンテンツサイズ(byte)
JPEG	56656244
JPEG + SVG 最適化	56655920
WebP	20559221
WebP + SVG 最適化	20558896

結論：

SVG による紙面を実施しない場合、効果はほぼ見込めないため採用しないものとする。

対応まとめ：

対応内容	結果
方式 1 紙面の WebP 化	採用する。通信時間を平均 67%程度削減する効果が見込める。
方式 2: SVG による紙面	WebP 化のほうが効果が大きいいため採用しない
方式 3: 紙面画像の画像共用	効果が見込めないため採用しない
方式 4: JS コードの共用	既に十分な最適化が行われているため採用しない
方式 5: svgcleaner の採用	効果が見込めないため採用しない

<ビューアプログラム・本棚プログラムの改善>

方式 1: ビューア動作の高速化

概要：

ビューアプログラム(ブラウザ上で動作する JavaScript)の改善により、高速化が実現できるか検討する。

調査結果:

ソースコードの確認、React DevTools による測定、開発メンバーへのヒアリングなどで多面的に確認した。令和 4 年度版に対して、次のような改善が行われた。

- 呼び出し頻度の高い処理の最適化
- 無駄な再レンダリング処理の検知、抑制
- 未使用コードの削除
- UI 画像の最適化

また、これらは単発で行うものではなく、開発・レビューのフローに組み込まれて継続的に実施されている。

結論:

本事業開始前に実施していたことも含めて、継続的に速度面での最適化が行われる開発体制となっていることを確認した。そのため、本事業実施にあたって、本観点で新たに対応すべき改善策は無いと判断した。

方式 2: 遅延インポートによるファーストビューの改善

概要:

ビューアの構成要素(JS コード/CSS/画像リソース等)について、コード分割や遅延読み込みを適用することでファーストビューが改善できるか調査する。

調査結果:

ファーストビューで読み込まれない最も大きなコンポーネントとしてノート・バインダー機能を分離し、ビューア起動時に読み込まないことでファーストビューを高速化を試みる。ベータバージョンは 1.3.6(令和 4 年度版)とする。

[オリジナル版]

ビルドされた JS ファイルは以下のようなサイズとなった。

ファイル名	サイズ(bytes)
bundle.js	780580
chunks/48-3268c00a9.js	479108
chunks/778-3268c00a9.js	52524
chunks/778-3268c00a9.js.LICENSE.txt	124

元々の 1.3.6 ではビューア起動時に bundle.js/778-3268c00a9.js/48-3268c00a9.js の 3 つを読み込み、その後ノート・バインダ(composer)画面へ切り替えても特に追加の読み込みは発生しない。

[試作版]

ビルドされた JS ファイルは以下ようになった。

ファイル名	サイズ (bytes)
bundle.js	781432
chunks/160-3268c00a9.js	49957
chunks/363-3268c00a9.js	442328
chunks/778-3268c00a9.js	52524
chunks/778-3268c00a9.js.LICENSE.txt	124

chunks/ 以下の JS ファイルが 1 つ増え、48-3268c00a9.js が 363-3268c00a9.js と 160-3268c00a9.js の 2 つに分割されたような結果となった。

遅延読み込みを実装したものは、起動時は bundle.js / 778-3268c00a9.js / 363-3268c00a9.js の 3 つを読み込み、その後ノート・バインダ(composer)画面へ切り替えたタイミングで 160-3268c00a9.js が読み込まれた。

これは「ノート・バインダ(composer)部分の実装の読み込みの一部を必要になるまで遅延させられた」と言えるが、遅延読み込み出来たサイズが 50.1KB しかないため、ファーストビューの高速化/軽量化を目的とした TypeScript コードの分割としては影響はごく微々たるもので、より高い効果を得るには慎重に熟考した大規模な import の組み換えが必要と考えられる。

結論:

ファーストビューの高速化に一定の効果は見られるものの、圧縮前サイズにして 7%未満、ビューア JS サイズが起動時間に対して与える影響を鑑みると起動速度の改善は最大でも 1%未満と思われる。

また、バインダー機能を使う際には追加で読み込まれるため、総合的なサイズはむしろ増加し、あくまでファーストビューが改善するのみである。ソースコードが複雑化しデバッグの難易度が上がるリスクを踏まえ、採用しないこととする。

方式 3: minify ツールや設定の見直し、tree shaking 的な設定など

概要:

ビューアプログラムの JavaScript ファイルを縮小するための minify ツールについて、以下の調査を行う。

- よりサイズを小さく出来る minify 設定が可能か調べる
- よりサイズを小さく出来る minify ツールが存在するか調べる
- より強力な未使用コード除外(tree shaking)が可能な設定やツールが存在するか調べる
 - 場合によってはより tree shaking が効くようにビューアのコードを修正する事も検討対象

調査結果:

現状は terser を使用している。使用しているビルドシステムで設定可能な以下について検証する。

- uglifyJsMinify
- swcMinify
- esbuildMinify

結果は次の通りで、予想に反して、レガシーである uglifyJsMinify がやや優秀な結果になった。

optimization 指定なし	new TerserPlugin()のみ	uglifyJsMinify	swcMinify	esbuildMinify
762 KiB	764 KiB	750 KiB	764 KiB	814 KiB

しかし、以下の理由により、現状のまま terser にしておくのが最適と考えられる。

- ES6 以降に対応していない uglify-js を今から利用し始めるのは得策でない
 - uglify-es is no longer maintained and uglify-js does not support ES6+.
 - ◇ <https://github.com/terser/terser#why-choose-terser>
- uglify-js を利用したとしても 12KiB しか改善せず、1.5%程度に過ぎない。ビューア JS が表示速度に与える影響を鑑みると、動作速度の改善は 0.1%未満で計測不能と考えられる。
- swc/esbuild などはファイルサイズの観点で現状から改善しない
 - 処理速度の面でも体感できる差は観測されない。

なお、tree shaking が現状既に行われており、あからさまな未使用コードが含まれるわけでもないことも改めて確認した。

結論:

効果が見られないため、採用しないものとする。

方式 4: ビューア UI 画像の最適化

概要:

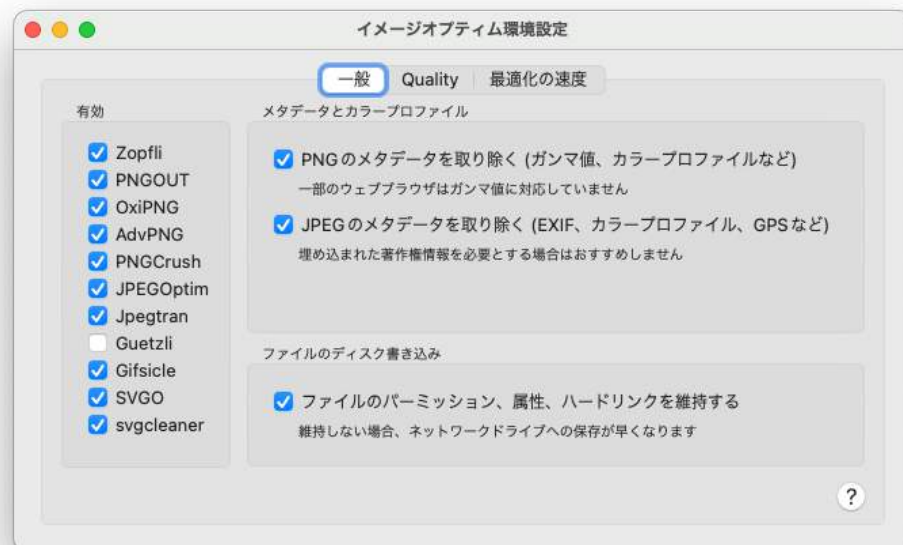
ビューアに使用されている画像リソース(UI パーツの画像など)を最適化する

- 各画像フォーマットとしての最適化(いわゆる PNG や JPEG の最適化)
- 画像解像度の再確認(不必要に高解像度な画像を利用していないか等)

調査結果:

ImageOptim 1.8.8 <https://imageoptim.com/mac> を使い、令和 4 年度版ビューアに含まれる画像を以下の設定で処理し、不要メタデータ除去や可逆圧縮など機械的に対応可能な範囲で更なる最適化の余地がどのくらい残されているかを確認する。

Guetzli 以外有効



非可逆圧縮なし:



最適化レベル最大



結果、節約できるサイズは「2.4 MB のうち 49 KB」というものであった。現状に大きな無駄があり必ず対策すべきと言う程ではないと考えられる。

イメージオプティム			
ファイル		サイズ	節約率
✓ btn_close.png		175	95.7%
✓ btn_typeface_mincho.png		753	53.7%
✓ stop.png		367	50.5%
✓ redo.png		404	50.2%
✓ btn_color_select.png		1,419	39.5%
✓ icon_txtbox_balloon_type_03_gothic.png		641	34.7%
✓ icon_txtbox_balloon_type_01_paint.png		131	27.6%
✓ icon_txtbox_balloon_type_02_paint.png		307	27.1%
✓ icon_txtbox_balloon_type_02_line.png		354	27.0%
✓ icon_txtbox_balloon_type_03_mincho.png		549	23.9%
✓ icon_txtbox_balloon_type_01_line.png		171	23.3%
✓ icon_pen_black_vertical_size03_solid_transparent.png		307	21.9%
✓ icon_pen_black_vertical_size01_dot.png		296	21.7%
✓ icon_pen_black_vertical_size02_solid_transparent.png		295	21.5%
✓ icon_pen_black_vertical_size01_solid_transparent.png		301	20.8%
✓ icon_pen_black_vertical_size04_solid_transparent.png		323	20.4%
✓ icon_pen_black_vertical_size01_solid.png		295	20.3%
✓ icon_pen_black_vertical_size02_solid.png		292	19.8%
✓ icon_pen_black_vertical_size05_solid_transparent.png		335	19.5%
✓ icon_pen_black_vertical_size02_dot.png		315	19.4%
✓ icon_pen_black_vertical_size02_transparent.png		315	19.4%
✓ icon_pen_black_vertical_size03_solid.png		303	18.8%
✓ btn_scroll_bottom.png		337	18.0%
✓ icon_pen_black_vertical_size05_solid.png		320	17.5%
✓ icon_pen_black_vertical_size01_dot_transparent.png		310	17.1%
✓ icon_pen_black_vertical_size04_solid.png		319	16.7%
✓ page-undo.png		402	16.6%
✓ icon_pen_black_vertical_size03_dot.png		332	16.4%
✓ icon_pen_black_flat_size02_solid_transparent.png		268	16.0%
✓ icon_pen_black_vertical_size03_dot_transparent.png		339	15.9%
✓ btn_scroll_top.png		338	15.7%
✓ channel-active.png		166	14.9%
✓ icon_pen_black_flat_size02_dot_transparent.png		265	14.8%
✓ icon_pen_black_flat_size03_dot_transparent.png		283	14.2%
✓ icon_pen_black_flat_size01_solid_transparent.png		256	14.1%
✓ list-menu.png		157	13.7%
✓ icon_pen_black_flat_size02_dot.png		268	13.5%
✓ icon_pen_black_vertical_size04_dot_transparent.png		376	13.2%
✓ icon_pen_black_vertical_size05_dot.png		369	13.0%
✓ icon_pen_black_flat_size03_dot.png		282	13.0%
✓ icon_pen_black_flat_size03_solid_transparent.png		274	12.7%
✓ icon-move-page.png		2,779	12.7%
✓ icon-move-page.png		2,779	12.7%
✓ icon-move-page.png		2,779	12.7%
✓ icon_pen_black_flat_size05_solid.png		303	12.7%
✓ channel-active.png		277	12.6%
✓ icon_pen_black_vertical_size04_dot.png		362	12.6%
✓ icon_pen_black_flat_size01_dot_transparent.png		267	12.5%
✓ btn_scroll_bottom.png		208	11.9%
✓ icon_pen_black_flat_size04_solid.png		293	11.7%
✓ redo.png		431	11.7%
✓ icon_pen_black_flat_size03_solid.png		274	11.6%
✓ icon_pen_black_flat_size01_solid.png		259	11.6%
✓ icon_pen_black_flat_size02_solid.png		267	11.3%
✓ channel-readonly-invisible.png		683	11.1%
✓ channel-active.png		475	11.0%
✓ icon_pen_black_vertical_size05_dot_transparent.png		387	10.8%
✓ channel-writable.png		563	10.8%
✓ channel-readonly-invisible.png		650	10.5%
✓ channel-readonly-visible.png		567	10.1%
✓ pen.png		428	10.1%
✓ channel-writable.png		519	10.1%
✓ help.png		128,436	9.8%
✓ channel-readonly-visible-selected.png		605	9.6%
✓ channel-writable.png		605	9.6%
✓ channel-readonly-visible.png		522	9.5%
✓ btn_scroll_left.png		238	9.5%
✓ undo.png		403	9.4%
✓ btn_close.png		299	9.4%
+ 2.4 MB のうち 49 KB、全体で 2% (1 ファイル最大で 95.7%) 節約しました。			再実行

結論:

既に十分な最適化が行われているため、追加の対応は行わないものとする。

方式 5: ビューア UI 画像の WebP 化などフォーマット変更試行

概要:

ビューアに使用されている画像リソース(UI パーツの画像など)のファイルフォーマットをより効率の良いものに変更する。

調査結果:

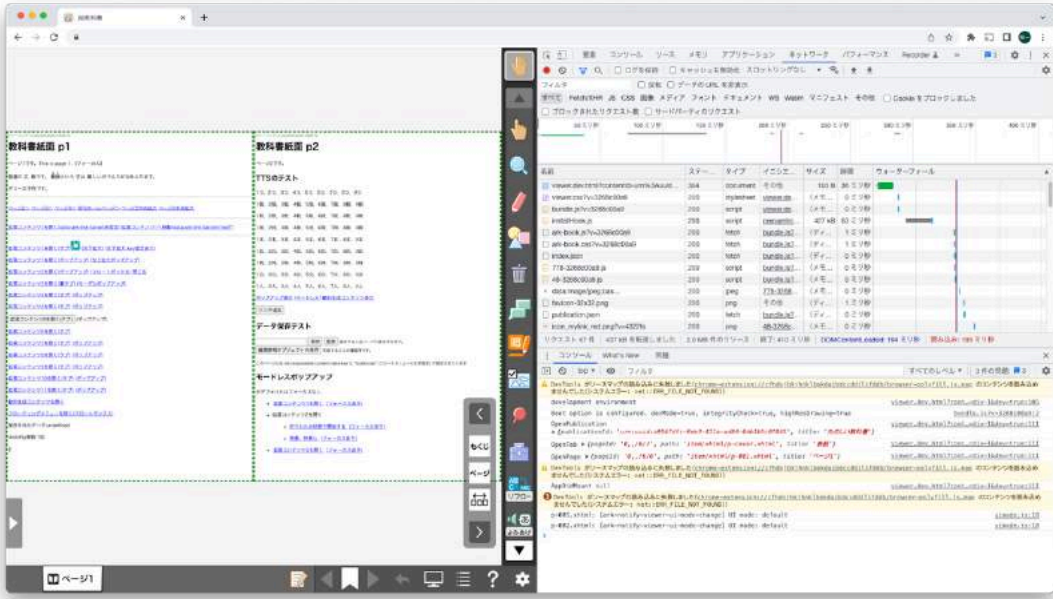
imagemin-webp(<https://www.npmjs.com/package/imagemin-webp>)を使いビューアで使用中の PNG 画像リソースを全て WebP に変換してみたところ、WebP 変換時に低めの画質 (quality: 50) を使用しても全体の 8 割(1427 / 1772)のファイルは PNG の時よりサイズが増加してしまっている。これは、既に PNG で限界に近い最適化が行われていることが原因と思われる。

実際のビューア起動時、ファーストビュー時点で大きくサイズは変わらず、また WebP の方がレンダリングが高速といったことも無さそうであった。

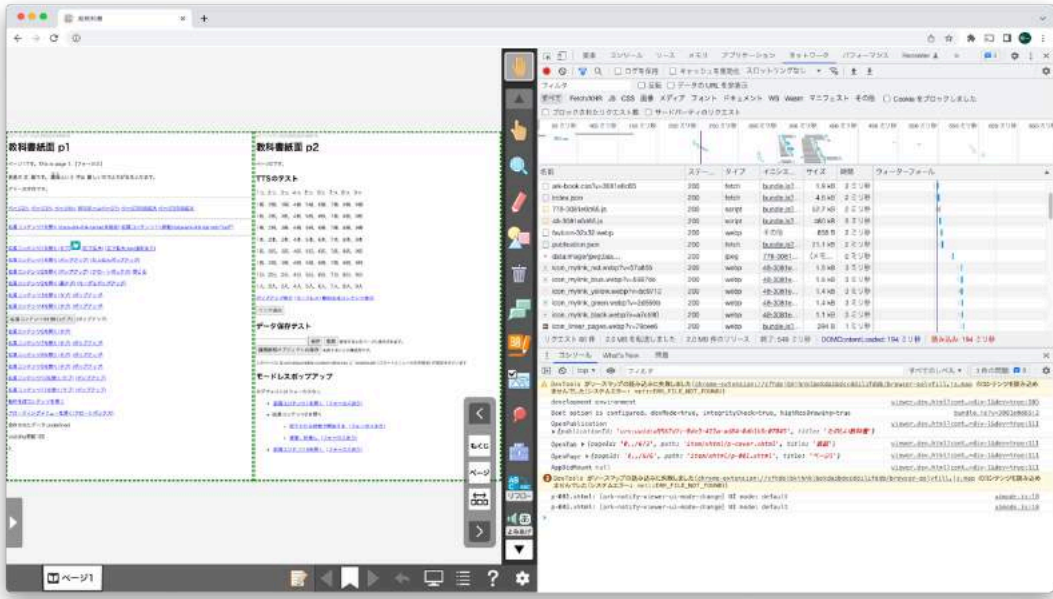
WebP 固有の最適化手法を突き詰めればさらなる縮小ができる可能性はあるが、現状では PNG に比べて最適化ツールが成熟しておらず、自動化できる範囲では逆効果であった。2000 近い画像を 1 枚ずつ手作業で最適化するのは非現実的で、また以下の理由により、採用しない。

- 画像リソースはすべて合計しても 1~2MB 程度であり、ファーストビューで読み込まれるのは 200KB にも満たない。仮に大幅に削減できたとしても、ビューア起動の高速化効果は 0.1 秒を大きく下回り、体感できる可能性は低い。
- ビューアの UI 画像はブラウザのキャッシュに保存されるため、ページめくりと違い基本的に 1 回しか読み込まれず、実利用では効果は更に限定的になる。

png:



webp



結論：

効果が見られないため、採用しないものとする。

方式 6: 本棚プログラムの配信サイズ削減

概要:

ビューア以外の本棚プログラムや関連画像リソース等のファイルサイズを削減することで、通信量を減らすことを検討する。

調査結果:

使用している HTML/CSS/JavaScript 等について調査を行った。

- すべてのファイルは minify が行われており、更に転送時圧縮も含めれば大半が数十 KB 程度で収まっている。
- 全体的なサイズもビューア本体に比べれば十分に小さく、API 通信時間や画像リソース等に比べればこれ以上の最適化の余地は殆どない。

使用している画像について調査を行った。

- 本棚プログラムで使用されている画像は、ほぼ全てが 10KB 以下である。
- 唯一大きな画像を使用している背景画像は、もともと 4.75MB の JPEG 画像だが、最適化した SVG に変換することで 835KB、HTTP 転送時圧縮を含めれば 250KB 程度まで圧縮されている。これは、WebP/AVIF と比べても大幅に効率の良い形式で、これ以上の最適化はほぼ不可能である。

結論:

既に十分な最適化が行われているため、追加の対応は行わないこととする。

対応まとめ :

対応内容	結果
方式 1: ビューア動作の高速化	継続的に十分な対策が行われている
方式 2: ビューアの遅延インポートによるファーストビューの改善	誤差程度の影響しか無いため採用しない
方式 3: minify ツールや設定の見直し、tree shaking 的な設定など	効果が見られないため採用しない
方式 4: ビューア UI 画像の最適化	効果が見られないため採用しない
方式 5: ビューア UI 画像の WebP 化などフォーマット変更試行	効果が見られないため採用しない
方式 6: 本棚プログラムの配信サイズ削減	効果が見られないため採用しない

＜サーバ動作の改善＞

方式 1: API 通信結果の圧縮

概要:

コンテンツデータは既に gzip 圧縮が有効だが、API 通信は一部を除いて圧縮されていない。これを圧縮することで、通信量を削減できないか検討する。

調査結果:

測定シナリオにおける API 通信のデータ量は、最も大きいもので 4KB、平均は 1KB 程度であった。この場合、仮に圧縮で通信量を 80%削減できたとしても、2Mbps の回線で削減できる時間は 3～12 ミリ秒程度である。API 通信のレイテンシに比べれば誤差の範囲であり、また圧縮のためにサーバ側でかかる時間も多少増加することから、改善は期待できない。

結論:

効果が期待できないため、対応しないものとする。

方式 2: API 通信サーバの性能調整

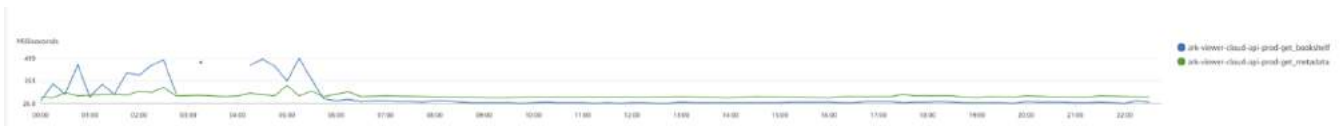
概要:

API サーバの性能不足によりレスポンス速度が悪化していないかを調査する。

調査結果:

本測定は本番環境のログを元に行った。

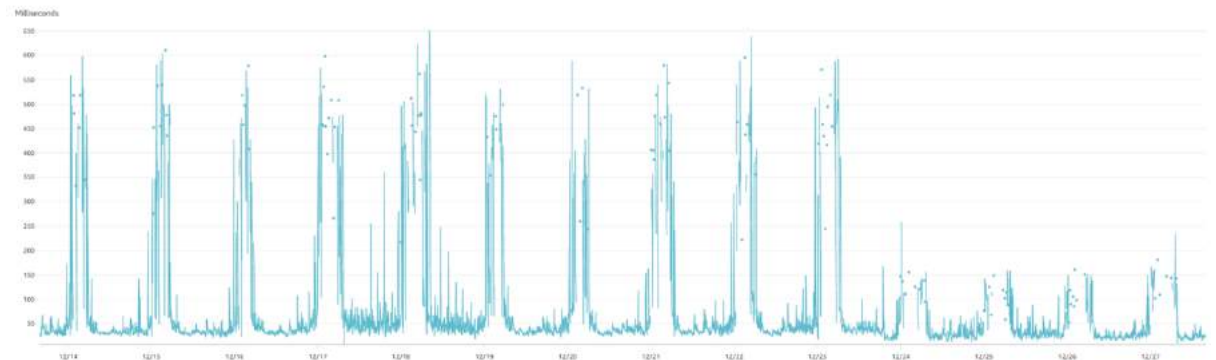
通常利用シナリオでウェイトの大きい本棚情報取得、ビューア起動時認証の 2 つの API について、日中の平均実行時間はそれぞれ約 40ms、100ms 程度であった。夜間時間帯は平均値が大きくなっているが、これは API がサーバレスアーキテクチャを採用しており、夜間はアクセスが非常に少なくコールドスタートの比率が高くなる都合による。学校で使われる日中時間帯は、負荷状況によらず安定している。



対応:

未対応でも十分に高速と言えるが、さらなる高速化を目指し、全体的に 2 倍程度のスペック増強を行い、数日後に再度ログを確認した。

(本棚情報取得 API)



(ビューア起動時認証 API)



日中の平均時間が、100ms→30ms 程度に改善している。

結論:

API サーバのスペックを増強することで、性能改善効果があることがわかった。コスト的にも許容範囲内の増加であると判断し、本検証で用いた 2 つの API を含む、すべての主要 API について 2 倍程度のスペック増強を実施する。

方式 3: API データベースサーバの性能調整

概要:

ログインなど一部の操作ではデータベースアクセスが発生する。データベースサーバの混雑や性能不足が原因で API 動作が遅くなっていないか調査する

調査結果:

本測定は本番環境のログを元に行った。

日中時間帯を通じて、データベースサーバの読み取りレイテンシは平均 0.001 秒程度であり、0.01 秒を超えることはなかった。



結論:

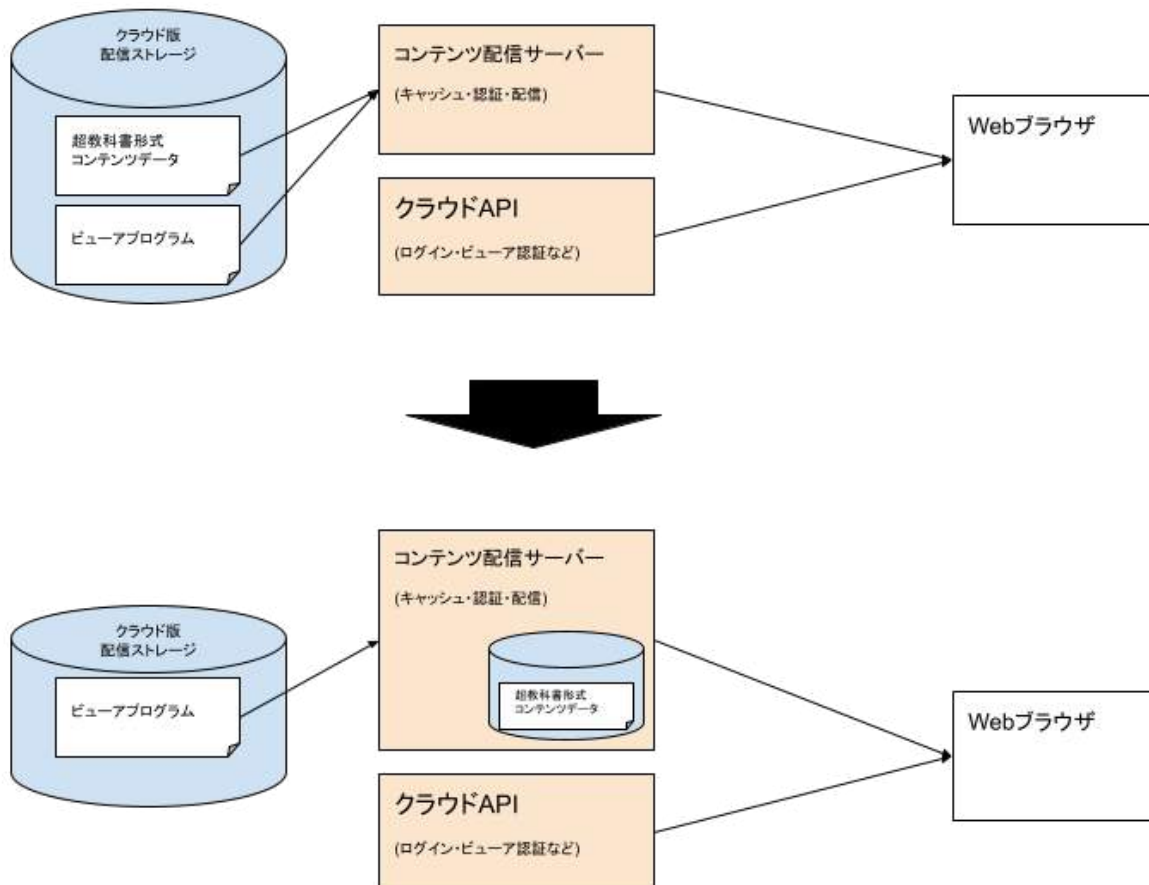
既に十分高速であるため、対応は行わないものとする。

方式 4: コンテンツ配信 CDN 内ストレージ活用

概要:

現状、コンテンツデータはクラウド版配信ストレージに格納しており、これをコンテンツ配信サーバー(CDN)経由で配信している。CDN では利用拠点から距離的・ネットワーク的に近いサーバーが選択され、キャッシュされたコンテンツを高速に配信できる。

稀ではあるが、CDN 側でキャッシュヒットしなかった場合、オリジンサーバーであるクラウド版配信ストレージにデータを取得する時間が発生する。そのため、滅多にアクセスされない教科書では、ごく僅かに配信遅延が生じる可能性がある。本対応では、CDN サービスで新たにリリースされたストレージサービスを使用し、オリジンサーバー自体を CDN 内部に持つことで、この際の遅延を軽減することを検討する。



調査結果:

CDN の特性上、厳密な測定は困難だが、試作バージョンでの結果は次のようなものであった。

- キャッシュ MISS 時の配信速度およびレイテンシに有意な差は見られない。
- CDN 内ストレージへの事前配置に大きな時間がかかり、またエラーが発生する場合もあるため、入稿準備のフローに悪影響が懸念される。

本ストレージ機能はまだ新しい機能であり、まだ十分に性能が最適化されていないことが推察される。

結論:

安定した効果が見込めないため、対応を見送る。将来的に改めて対応を検討する。

方式 5: コンテンツ配信 CDN のレイテンシ改善

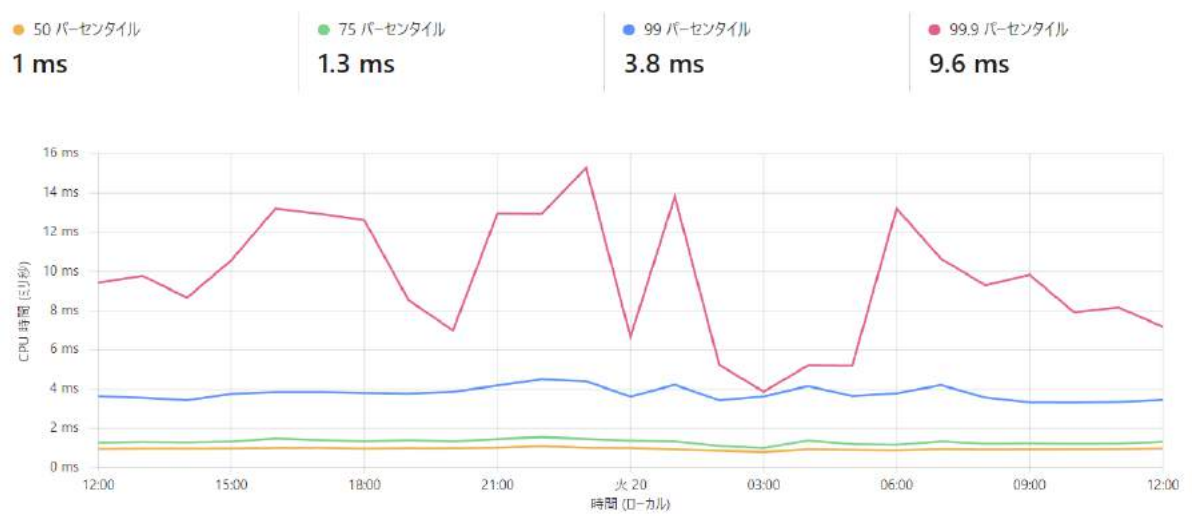
概要:

コンテンツ配信 CDN では、認証を行っている。この認証処理によってレイテンシが悪化していないか、改善の余地がないかを検討する。

調査結果:

本測定は本番環境のログを元に行った。

認証処理にかかっている CPU 時間の統計を確認したところ、99 パーセンタイルで 3.8ms、99.9 パーセンタイルでも 9.6ms と十分に高速であった。



これは、リクエストが集中するコンテンツファイル配信時の認証ではデータベースへのアクセスを行わず、署名を検証するステートレス認証方式を採用していることによる。

結論:

現在の実装は十分に高速であるため、特に対応は行わないものとする。

方式 6: コンテンツ配信 CDN の brotli 圧縮

概要:

コンテンツ配信時の Content-Encoding として、現状の gzip 圧縮(gz)に加えて、より高効率な圧縮方式である brotli(br)を採用することで、通信量を削減できないか検討する。

調査結果:

コンテンツ名	gz での転送量	br での転送量
わくわく理科 5 p6	8.5MB	8.5MB
わくわく理科 5 p18	5.9MB	5.9MB
制作サンプル 1 p1	493KB	493KB

圧縮方式の違いで、転送量有意な差は見られない。これは、転送量の大半が画像リソースであり、圧縮済み画像ではどちらの圧縮も効果がないため、削減分が丸め誤差の範囲に収まってしまったからと推測される。非最適化状態の jQuery など、重いテキストファイルを組み込んだ手作業制作コンテンツでは効果が見込める可能性もある。

結論:

有意な効果は見られないが、特段のデメリットもないため、コンテンツによっては効果がある可能性に期待して採用する。なお、非対応ブラウザではこれまで通り gzip が使用される。

方式 7: コンテンツ配信 CDN の HTTP/3 有効化

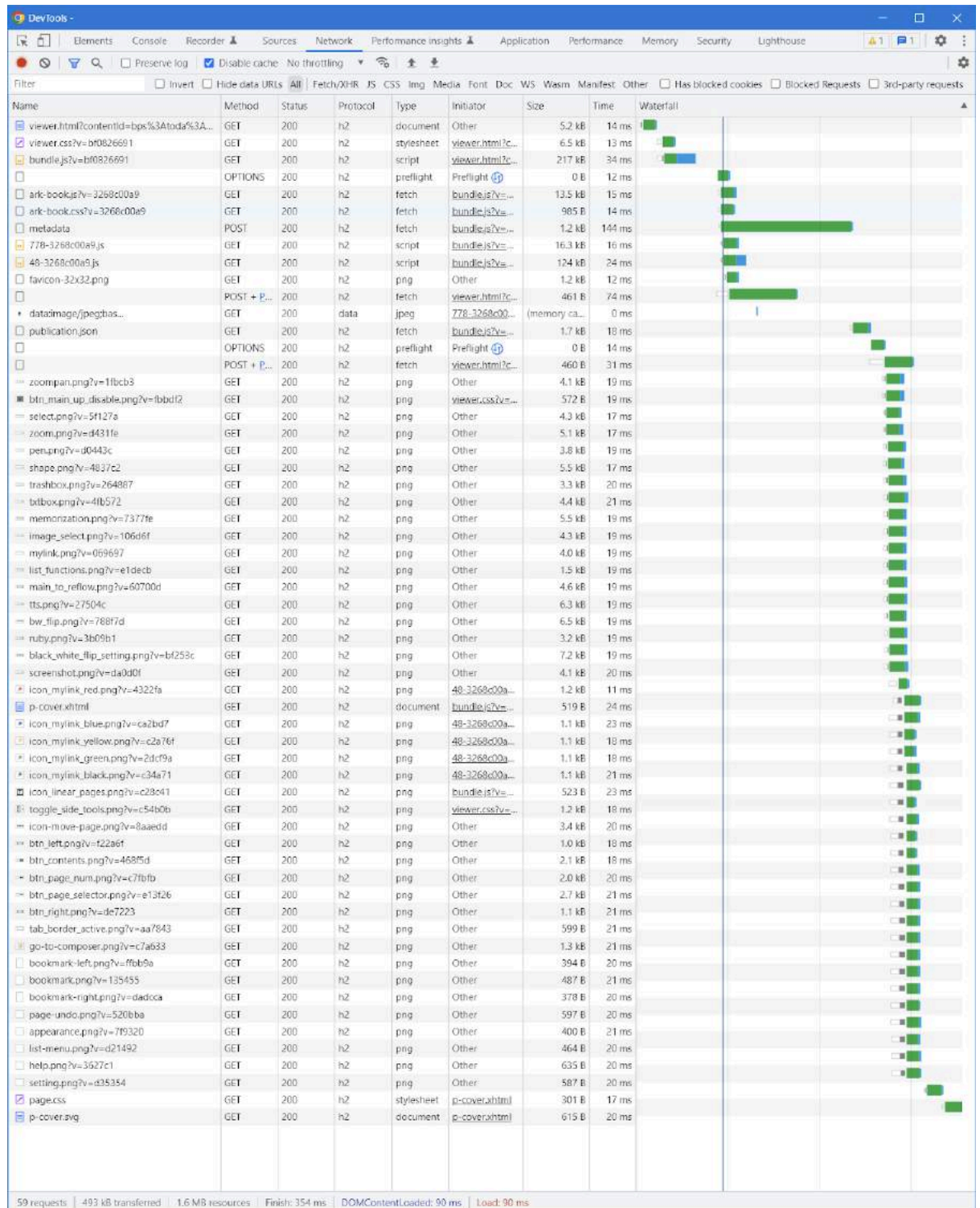
概要:

コンテンツ配信時のプロトコルとして、現状の HTTP/2 に加えて、HTTP/3 を採用することで、TCP のオーバーヘッドを削減して高速化できないか検討する。

調査結果:

ネットワーク環境に左右されるため厳密な測定が難しいが、軽量多数のファイルの通信において、ごくわずかに高速化する傾向が見られる。

HTTP/2



HTTP/3

Dev Tools -									
Elements Console Recorder Sources Network Performance insights Application Performance Memory Security Lighthouse									
Filter ☐ Invert ☐ Hide data URLs ☒ Fetch/XHR JS CSS Img Media Font Doc WS Wasm Manifest Other ☐ Has blocked cookies ☐ Blocked Requests ☐ 3rd-party requests									
Name	Method	Status	Protocol	Type	Initiator	Size	Time	Waterfall	
viewer.html?contentId=bps%3A2oda%3Aa...	GET	200	h3	document	Other	5.3 kB	16 ms		
viewer.css?v=b0626691	GET	200	h3	stylesheet	viewer.html?c...	6.9 kB	13 ms		
bundle.js?v=b0826691	GET	200	h3	script	viewer.html?c...	213 kB	27 ms		
	OPTIONS	200	h2	preflight	Preflight	0 B	16 ms		
ark-book.js?v=3268c00a9	GET	200	h3	fetch	bundle.js?v=b...	14.0 kB	14 ms		
ark-book.css?v=3268c00a9	GET	200	h3	fetch	bundle.js?v=b...	1.1 kB	12 ms		
metadata	POST	200	h2	fetch	bundle.js?v=b...	1.2 kB	123 ms		
778-3268c00a9.js	GET	200	h3	script	bundle.js?v=b...	17.0 kB	14 ms		
48-3268c00a9.js	GET	200	h3	script	bundle.js?v=b...	119 kB	22 ms		
favicon-32x32.png	GET	200	h3	png	Other	1.3 kB	13 ms		
	POST + P...	200	h2	fetch	viewer.html?c...	461 B	32 ms		
data:image/jpeg;bas...	GET	200	data	jpeg	778-3268c00a...	(memory ca...	0 ms		
publication.json	GET	200	h3	fetch	bundle.js?v=b...	1.8 kB	16 ms		
	OPTIONS	200	h2	preflight	Preflight	0 B	14 ms		
	POST + P...	200	h2	fetch	viewer.html?c...	462 B	76 ms		
zoompan.png?v=1fbcb3	GET	200	h3	png	Other	4.2 kB	20 ms		
btn_main_up_disable.png?v=fb0df2	GET	200	h3	png	viewer.css?v=...	708 B	17 ms		
select.png?v=5f127a	GET	200	h3	png	Other	4.5 kB	17 ms		
zoom.png?v=0431fe	GET	200	h3	png	Other	5.2 kB	19 ms		
pen.png?v=d0443c	GET	200	h3	png	Other	4.0 kB	16 ms		
shape.png?v=4837c2	GET	200	h3	png	Other	5.7 kB	19 ms		
trashbox.png?v=264887	GET	200	h3	png	Other	3.4 kB	17 ms		
tdxbox.png?v=4fb572	GET	200	h3	png	Other	4.5 kB	17 ms		
memorization.png?v=7377fe	GET	200	h3	png	Other	5.6 kB	17 ms		
image_select.png?v=106d6f	GET	200	h3	png	Other	4.4 kB	17 ms		
mylink.png?v=069697	GET	200	h3	png	Other	4.2 kB	17 ms		
list_functions.png?v=e1decb	GET	200	h3	png	Other	1.6 kB	17 ms		
main_to_reflow.png?v=60700d	GET	200	h3	png	Other	4.8 kB	17 ms		
its.png?v=27504c	GET	200	h3	png	Other	6.4 kB	17 ms		
bw_flip.png?v=7887fd	GET	200	h3	png	Other	6.6 kB	17 ms		
ruby.png?v=3b09b1	GET	200	h3	png	Other	3.4 kB	17 ms		
black.white_flip_settling.png?v=bf253c	GET	200	h3	png	Other	7.3 kB	18 ms		
screenshot.png?v=da0d0f	GET	200	h3	png	Other	4.3 kB	18 ms		
icon_mylink_red.png?v=4322fa	GET	200	h3	png	48-3268c00a9...	1.3 kB	18 ms		
p-cover.html	GET	200	h3	document	bundle.js?v=b...	542 B	19 ms		
icon_mylink_blue.png?v=ca2bd7	GET	200	h3	png	48-3268c00a9...	1.3 kB	17 ms		
icon_mylink_yellow.png?v=c2a76f	GET	200	h3	png	48-3268c00a9...	1.3 kB	17 ms		
icon_mylink_green.png?v=2dc9a	GET	200	h3	png	48-3268c00a9...	1.3 kB	17 ms		
icon_mylink_black.png?v=c34a71	GET	200	h3	png	48-3268c00a9...	1.3 kB	17 ms		
icon_linear_pages.png?v=c28c41	GET	200	h3	png	bundle.js?v=b...	631 B	17 ms		
toggle_side_tools.png?v=c54b0b	GET	200	h3	png	viewer.css?v=...	1.4 kB	17 ms		
icon_move_page.png?v=8aaecd	GET	200	h3	png	Other	3.5 kB	30 ms		
btn_left.png?v=t22a6f	GET	200	h3	png	Other	1.1 kB	17 ms		
btn_contents.png?v=468f5d	GET	200	h3	png	Other	2.3 kB	17 ms		
btn_page_num.png?v=c7fbfb	GET	200	h3	png	Other	2.2 kB	27 ms		
btn_page_selector.png?v=e13f26	GET	200	h3	png	Other	2.8 kB	17 ms		
btn_right.png?v=de7223	GET	200	h3	png	Other	1.2 kB	18 ms		
tab_border_active.png?v=aa7843	GET	200	h3	png	Other	752 B	17 ms		
go-to-composer.png?v=c7a633	GET	200	h3	png	Other	1.4 kB	17 ms		
bookmark_left.png?v=fb0b9a	GET	200	h3	png	Other	514 B	18 ms		
bookmark.png?v=135455	GET	200	h3	png	Other	640 B	18 ms		
bookmark_right.png?v=dadcca	GET	200	h3	png	Other	508 B	18 ms		
page-undo.png?v=520bba	GET	200	h3	png	Other	749 B	20 ms		
appearance.png?v=7f9320	GET	200	h3	png	Other	541 B	21 ms		
list-menu.png?v=d21492	GET	200	h3	png	Other	600 B	22 ms		
help.png?v=3627c1	GET	200	h3	png	Other	788 B	19 ms		
setting.png?v=d35354	GET	200	h3	png	Other	733 B	18 ms		
page.css	GET	200	h3	stylesheet	p-cover.html	378 B	17 ms		
p-cover.svg	GET	200	h3	document	p-cover.html	708 B	17 ms		
59 requests 493 kB transferred 1.6 MB resources Finish: 324 ms DOMContentLoaded: 88 ms Load: 88 ms									

結論:

わずかながら効果が期待でき、特段のデメリットもないため、採用する。なお、非対応ブラウザではこれまで通り HTTP/2 や HTTP/1.1 が使用される。

方式 8: 配信経路でのコンテンツ書き換え

概要:

入稿時点ではなく、配信の段階で CDN においてコンテンツを書き換え、画像のリサイズ、HTML 等の圧縮をする機能がある。本機能で通信量を減らせないか検討する。

調査結果:

本機能は、ドメイン内の全コンテンツを対象に処理し、個別制御はできない。コンテンツによっては、一部の拡張コンテンツなどで複雑な JavaScript 処理を用いており、一律でリサイズ・圧縮すると副作用を及ぼす懸念がある。また、クラウド用コンテンツデータに限らず、アプリ用の配信機能などにも影響がある。

結論:

コンテンツごとの例外が制御できず、許容できない副作用が生じるため、採用を見送る。なお、配信よりも手前の段階で十分な最適化処理を行うことで、同等以上の効果が期待できる。

方式 9: 本棚画面カバー画像の縮小

概要:

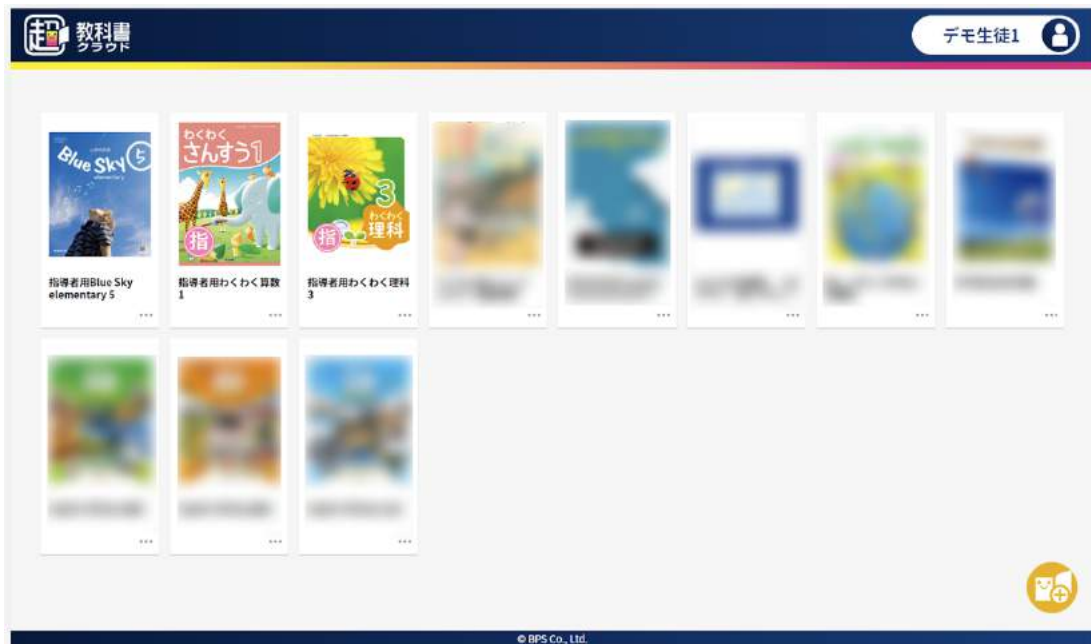
一部の教科書のカバー画像ファイルサイズが大きく、本棚上で表示が完了するまでに長い時間がかかることがある。本棚画面で表示するのに必要最低限のサイズに縮小することで、本棚表示の高速化を図る

調査結果:

調査に用いた 11 冊の教科書のカバー画像のファイルサイズは、平均 1.88MB だが、

- 最小値 12.3KB
- 最大値 6MB
- 中央値 270KB

と大きな開きがあり、少数の巨大ファイルが平均値を押し上げている。



サイズの大きな画像は長辺が 3000px 近いものもあるが、これは画像リソースを紙面と共有しているためと考えられ、本棚表示に限ればこのような高画質は不要である。

結論：

本対応では、本棚で表示するカバー画像についてのみ、サーバ側で自動圧縮する機構を導入する。解像度は本棚表示に最低限必要なサイズとし、更に元データ形式に関わらず WebP 形式に変換して配信する。

対応後のファイルサイズは、元の画像サイズによらず概ね 30KB 以下に削減されたことを確認できた。

対応まとめ：

対応内容	結果
方式 1: API 通信結果の圧縮	効果が見られないため採用しない
方式 2: API 通信サーバの性能調整	2 倍程度の性能強化を行う。数十ミリ秒程度の改善が期待できる。
方式 3: API データベースサーバの性能調整	既に十分な最適化が行われているため採用しない
方式 4: コンテンツ配信 CDN 内ストレージ活用	効果が見られないため採用しない

方式 5:コンテンツ配信 CDN のレイテンシ改善	既に十分な最適化が行われているため採用しない
方式 6:コンテンツ配信 CDN の brotli 圧縮	採用する。有意な効果は測定できないが、理論上は僅かに高速化する。
方式 7:コンテンツ配信 CDN の HTTP/3 有効化	採用する。測定条件によっては数ミリ秒程度の改善がされる場合がある。
方式 8:配信経路でのコンテンツ書き換え	副作用が許容できず、代替策もあるため採用しない
方式 9:本棚画面カバー画像の縮小	採用する。特定条件では転送サイズが 10 倍以上削減されることが期待できる。

【9】 対応後の速度の測定

＜測定の条件＞

「ビューアのコンテンツ表示時間について」に記載のあるビューアの起動およびページめくりについて定量的な測定を行う。測定の内容は「2(1)①【4】現状速度の調査」と同様とする。

また、合わせて「教科書が多数登録されている場合の本棚表示」についても再測定を行う。

＜測定の結果＞

ビューアの起動、およびページめくりの測定結果を以下に示す。

測定区間	対応前	対応後	対応前後比
ビューアの起動	12.0 秒	5.7 秒	48%
ページめくり 見開き 1 → 見開き 2	8.2 秒	2.4 秒	29%
ページめくり 見開き 2 → 見開き 3	7.1 秒	2.5 秒	35%
ページめくり 見開き 3 → 見開き 4	8.3 秒	2.7 秒	33%
ページめくり 見開き 4 → 見開き 5	9.4 秒	3.2 秒	34%
ページめくり 見開き 5 → 見開き 6	7.9 秒	2.4 秒	30%
ページめくり 見開き 6 → 見開き 7	11.8 秒	4.2 秒	36%
ページめくり 見開き 7 → 見開き 8	10.0 秒	3.4 秒	34%

ビューアの起動は 2 倍程度、ページめくりは 3 倍程度の高速化を達成することができた。

引き続き、教科書が多数登録されている場合の本棚表示についての測定結果を以下に示す。

測定指標	対応前		対応後	
	Surface Go 2	FMV Chromebook	Surface Go 2	FMV Chromebook
FCP	1.02 秒	0.9998 秒	1.01 秒	0.973 秒
LCP	2.92 秒	4.8211 秒	3.76 秒	3.7515 秒
DOMContentLoaded	1.01 秒	0.974 秒	0.99 秒	0.943 秒
Load	78 秒	78 秒	4.24 秒	4.19 秒

読み込みが完全に終わるまでにかかる時間が、18 倍程度高速化していることがわかる。

<効果測定による性能要件達成の確認>

ビューア起動時間が 10 秒を大きく下回り、また安定して 5 秒未満でページめくりができていることから、目標を達成していると判断できる。改善効果も 2～3 倍と大きなものであった。

教科書が多数登録されている場合の本棚表示については、カバー画像の表示完了までにかかる時間に顕著な改善が見られる。

その他、ログインなどの数値目標を定めない機能についても、サーバ動作の高速化など複数の対応の効果で、僅かではあるが体感上改善したことを確認している。

【10】 まとめと考察

<実際の利用環境を踏まえた考察>

今回の測定では、基準に従いブラウザのキャッシュを完全に無効化した状態で測定を行った。

実際の閲覧では毎回新規ページを閲覧する場合でも、本棚・ビューア等のプログラムや UI 画像は長期間キャッシュができる。そのため、多くのケースで本棚やビューアのファイル転送についてはほとんど無視できる可能性が高く、測定数値よりも高速に閲覧できることが期待できる。

<まとめ>

ビューア・本棚プログラムなどは当初より高速な動作に重点を置いて開発されており、改善の余地は少なかった。それに対して、コンテンツやカバー画像の画像形式変換・画質の調整による通

信速度の削減は大きな効果が見られ、特に重点ポイントであるビューア画面への遷移やページめくりについて大幅な改善を行うことができた。

② アカウント管理機能(ログイン ID・CSV ファイルの統一)

【1】 要件への対応方針について

仕様書「〇機能に関する要件 2. アカウント管理機能(ログイン ID・CSV ファイルの統一)」にて、大きく以下 2 項目が定められている。

- 0365, Google, AppleID のアカウント ID を用いた SSO によるログイン

学校現場におけるアカウント登録にかかる負担を軽減する観点から、デジタル教科書のために新たにログイン ID を作成するのではなく、既に各自治体で作成している GIGA スクール端末の活用にあたって各自治体において用意したクラウドサービスにログインするための児童生徒用アカウントの ID(0365, Google, AppleID)を用いた SSO により、デジタル教科書を使用することを基本とする。

- 1つの統一された CSV ファイルによるアカウントの登録

また、現在ビューア間で異なる CSV ファイルを用いているため、複数のビューアを使用する場合に、複数 CSV ファイルを作成する必要があり、学校現場に負担をかけていることから、複数のビューアを使用する場合でも、1 つの統一された CSV ファイルを用いて登録できるようにする。

この 2 項目のうち、前者の「0365, Google, AppleID のアカウント ID を用いた SSO によるログイン」については、超教科書クラウドは既に対応済みであるため、ここでは後者の「1 つの統一された CSV ファイルによるアカウントの登録」について対応を行った。

以降、「統一された CSV ファイル」を「文部科学省 CSV ファイル」と呼称する。

【2】 対応前の状況について

超教科書クラウドにおいて、アカウントの CSV ファイルによる一括登録については、2 種類の独自 CSV ファイルを用いて行う方式となっていた。

まず超教科書クラウドのアカウントを作成してログイン、利用する場合の画面を以下に示す。

超教科書クラウド
組織管理者

トップ

組織管理

組織情報

ユーザ管理

利用者情報

利用者一覧

利用者登録

利用者一括登録

メール送信履歴

シリアルコード管理

シリアルコード情報

タスク管理

一括処理依頼

現状CSV手帳体験用

実証組織管理者 | ログアウト

利用者一括登録

① 主に超教科書アカウントのID/パスワードでログインする組織で、利用者アカウントを一括登録することができます。

主にSSOを使用する利用者の事前登録はこちら

部門名

既定の部門

CSVファイル

ファイル選択...

Browse

Excel 2016以下をご利用で、UTF-8のCSV形式で保存できない場合は [こちらの変換方法](#) をご覧ください。

一括登録

CSVの書式

アップロードするCSVは以下の形式です。1行目はヘッダで、2行目からデータを入力してください。文字コードはUTF-8を使用します。*のついた列は必須項目です。

テンプレートCSVファイルをダウンロード

name *	login *	password *	email	year_of_admission
氏名	ログインID	パスワード	メールアドレス	入学年

指定する項目について

- 超教科書アカウントによるログインでは、**login**と**password**が使用されます。**email**はパスワードリセット等の通知用にのみ使用され、ログイン用には使われません。
- login**は、**user001**のような文字列形も、**user1@example.com**のようなメールアドレス形式もどちらも利用可能です。

1人ずつ登録する場合はこちら

こちらでは、5項目を指定するCSVを利用する方式となっていた。

また、SSOを利用してログインするアカウントを作成する場合の画面を以下に示す。

46

超教科書クラウド
組織管理者

トップ

組織管理

組織情報

ユーザ管理

利用者情報

利用者一覧

利用者登録

利用者一括登録

メール送信履歴

シリアルコード管理

シリアルコード情報

ダッシュボード

一括処理依頼

現状CSV手帳体験用

実証組織管理者 | ログアウト

利用者一括登録（SSO事前登録用）

① 主にGoogle, Apple, MicrosoftのSSOを使う組織で、利用者が初回ログインをする前に、事前にアカウントを登録しておくことができます。

② 事前に登録したアカウントにシリアルコードを割当することで、利用者が初回ログインした時点で本棚に教科書が並んでいる状態を実現できます。

※本機能で作成したアカウントにSSOでログインするには、アカウントに登録するメールアドレスがSSOにより連携されるメールアドレスと一致する必要があります。

主に超教科書アカウントのID/パスワードを使用する利用者の事前登録はこちら

部門名

既定の部門

CSVファイル

ファイル選択...

Browse

Excel 2016以下をご利用で、UTF-8のCSV形式で保存できない場合は [こちらの変換方法](#) をご覧ください。

一括登録

CSVの書式

アップロードするCSVは以下の形式です。1行目はヘッダで、2行目からデータを入力してください。文字コードはUTF-8を使用します。*のついた列は必須項目です。

テンプレートCSVファイルをダウンロード

name	email *	year_of_admission
氏名	メールアドレス	入学年

指定する項目について

- 指定されたemailがメールアドレス及びログインIDとして設定されます。
- パスワードはランダムなものが自動生成され、利用者や管理者には通知されません。同一メールアドレスによるSSO、またはパスワードリセットをしないとログインはできませんのでご注意ください。
- nameを指定しない場合、emailが氏名として設定されます。

1人ずつ登録する場合はこちら

こちらでは、3項目を指定するCSVを利用する方式となっていた。

【3】 対応後の状況について

文部科学省 CSV ファイルによるアカウント情報の登録、更新に対応した画面は以下となっている。

47

超教科書クラウド
組織管理者

トップ

組織管理

組織情報

ユーザ管理

利用者情報

利用者一覧

利用者登録

利用者一括登録

メール送信履歴

シリアルコード管理

シリアルコード情報

タスク管理

一括処理依頼

現状CSV手帳体採用

実証組織管理者

ログアウト

利用者一括登録・更新

文部科学省指定の共通フォーマットCSVで、利用者アカウントを一括登録・更新することができます。

部門名

既定の部門

CSVファイル

ファイル選択...

Browse

Excel 2016以下をご利用で、UTF-8のCSV形式で保存できない場合は [こちらの登録方法](#) をご覧ください。

一括登録

CSVの書式

アップロードするCSVは以下の形式です。1行目はヘッダで、2行目からデータを入力してください。文字コードはUTF-8を使用します。*のついた列は必須項目です。

テンプレートCSVファイルをダウンロード

sso_id	user_type	admission_year	user_id	nickname	Ch_password
	*	*			
SSOで使用するメールアドレス	1=児童生徒 2=教員	入学年	SSOを使わずにログインする場合のID	表示名	パスワード

指定する項目について

- sso_idとuser_idのどちらか片方は必須です。
- user_idを指定する場合はCh_passwordは必須です。
- user_typeが2(教員)の場合、admission_yearは省略可能です。
- 未入力の項目は上書きされません。

こちらの画面での登録を実施する場合については、超教科書クラウドのアカウントを利用してログインするか、SSOを利用してログインするかの区別は画面機能上の区別はなく、処理対象となる文部科学省 CSV ファイルの内容記載状況に応じて処理が行われる。

また、画面名としても「利用者一括登録・更新」となっている通り、従来とは異なり「登録」操作のみならず「更新」操作についても文部科学省 CSV ファイルで実施できるようになっている。

利用する文部科学省 CSV ファイルのフォーマット詳細や、その処理を行うときのエラー検出挙動等、詳細動作仕様については別途文部科学省より提示された資料に沿って対応を行った。

④ ライセンス管理（プロダクトキーによるライセンス発行）

【1】 要件への対応方針について

仕様書「○機能に関する要件 4. ライセンス管理機能(プロダクトキーによるライセンス発行)」にて、下記事項を中心として実現すべき機能を定義している。

発行されたライセンスは、プロダクトキーやクーポンなど、管理者および利用者が打鍵することで入力し、有効化が可能な方式で配布できる仕組みを実装すること。電子的な有効化を実施可能な場合はこの限りではない。

超教科書クラウドでは、「シリアルコード」とシステム上呼称している要素が、上記記載の「プロダクトキーやクーポン」に相当する機能として既に実現されている。そのため、記載されている実現すべき機能については一通り実現済みであるが、以下 1 項目

管理者が容易に一括に利用権限の付与・解除が可能となる仕組みを実装すること。

について、超教科書クラウドにおいては管理者による利用権限の一括解除機能が存在していなかった。そのため、本事業において対応を実施した。

【2】 対応前の状況について

超教科書クラウドにおいて、管理者による利用権限の一括解除機能については全く該当の機能が存在していなかったため、既存機能としての画面は存在しない。

元々の想定として、一度利用者にコンテンツの利用権限が割り当てられ、利用者によるコンテンツの利用が開始された後になって、利用権限を解除する場合というのは、管理者による誤操作による割り当てを修正する用途以外では、あまり便利な操作を提供しすぎるとカジュアルなコンテンツ利用規約違反(日常的に利用する複数名に対し、単一のライセンスを利用する都度割り当てる等)を招く可能性もあることを懸念していた。

しかしながら、実際の利用方法として利用権限割り当ての一括実施機能は存在していたこと、かつその一括割り当てでの誤操作が発生した場合、そのリカバリー操作として一括解除機能が存在しない場合は管理者自身によるリカバリーが非現実的となりかねないことも実際の運用の中で明らかになってきていた。

【3】 対応後の状況について

以下に利用権限の一括解除機能を行う管理者画面について示す。

超教科書クラウド
組織管理者

トップ

組織管理

組織情報

ユーザ管理

利用者情報

シリアルコード管理

シリアルコード情報

既定の部門

タスク管理

一括処理依頼

ライセンス一括削除体験用

実証組織管理者 | ログアウト

既定の部門 > シリアルコードユニット情報詳細

一覧に戻る

名前	令和4年度文科省事業実証－ライセンス一括削除実証
シリアルコードユニットID	2dc28cb4-ec64-4c5a-b5bd-c123a22854a9
パッケージコード	bps-mext2022-rika5
パッケージ名	文科省2022速度検証用 啓林館わくわく理科5 PDF変換版
種類	通常
有効期限開始日	2023/02/08
有効期限終了日	2024/02/09
DL済みコンテンツ閲覧許容期限	

これ以上閲覧できません

ダウンロード

シリアルコード割当情報

シリアルコード	☐	割当中の利用者	割当日時	操作
	☐	ユーザ01	2023/03/28 09:05:24	割当解除
	☐	ユーザ02	2023/03/28 09:05:25	割当解除
	☐	ユーザ03	2023/03/28 09:05:25	割当解除
	☐	ユーザ04	2023/03/28 09:05:25	割当解除
	☐	ユーザ05	2023/03/28 09:05:25	割当解除
	☐	ユーザ06	2023/03/28 09:05:25	割当解除
	☐	ユーザ07	2023/03/28 09:05:25	割当解除
	☐	ユーザ08	2023/03/28 09:05:25	割当解除
	☐	ユーザ09	2023/03/28 09:05:25	割当解除
	☐	ユーザ10	2023/03/28 09:05:25	割当解除

部門移動可能なシリアルコードがありません。

一括割当解除

画面下半分に、シリアルコード(ライセンス)が各ユーザにそれぞれ割り当てられている状況が表示されている。この画面において、操作対象の指定として一括したチェックマークの付与が可能である。

シリアルコード割当情報

シリアルコード	☒	割当中の利用者	割当日時	操作
	☒	ユーザ01	2023/03/28 09:05:24	割当解除
	☒	ユーザ02	2023/03/28 09:05:25	割当解除
	☒	ユーザ03	2023/03/28 09:05:25	割当解除
	☒	ユーザ04	2023/03/28 09:05:25	割当解除
	☒	ユーザ05	2023/03/28 09:05:25	割当解除
	☒	ユーザ06	2023/03/28 09:05:25	割当解除
	☒	ユーザ07	2023/03/28 09:05:25	割当解除
	☒	ユーザ08	2023/03/28 09:05:25	割当解除
	☒	ユーザ09	2023/03/28 09:05:25	割当解除
	☒	ユーザ10	2023/03/28 09:05:25	割当解除

部門移動可能なシリアルコードがありません。 一括割当解除

このように対象全てにチェックをつけ、画面下部の「一括割り当て解除」ボタンの押下により、シリアルコード(ライセンス)の割り当てが一括して解除される。

超教科書クラウド 組織管理者

ライセンス一括解除体験用

実証組織管理者 ログアウト

シリアルコード一括割当解除確認

確認

以下の10件のシリアルコードの割当を解除します。

シリアルコード	割当中の利用者	割当日時
	ユーザ01	2023/03/28 09:05:24
	ユーザ02	2023/03/28 09:05:25
	ユーザ03	2023/03/28 09:05:25
	ユーザ04	2023/03/28 09:05:25
	ユーザ05	2023/03/28 09:05:25
	ユーザ06	2023/03/28 09:05:25
	ユーザ07	2023/03/28 09:05:25
	ユーザ08	2023/03/28 09:05:25
	ユーザ09	2023/03/28 09:05:25
	ユーザ10	2023/03/28 09:05:25

割当解除

以上のように管理者による利用権限の一括解除機能の実現を行なった。

⑥ 児童生徒のアクセシビリティ向上に関する各種機能

【1】 要件への対応方針について

仕様書「〇機能に関する要件 6. 児童生徒のアクセシビリティ向上に関する各種機能」にて、下記3事項を中心として実現すべき機能を定義している。

- コンテンツ拡大表示
- カスタムメニュー
- しおり・ブックマーク機能

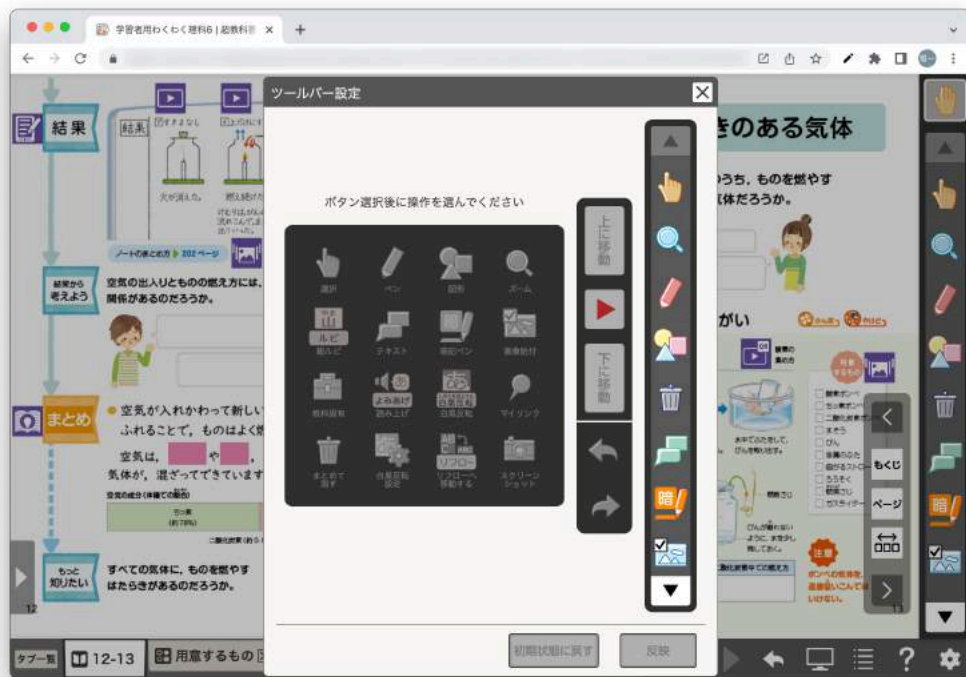
超教科書クラウド、および超教科書ビューアでは、上記のうち「コンテンツ拡大表示」、「しおり・ブックマーク機能」については既に対応済みであったため、「カスタムメニュー」についてのみ本事業での対応を行った。

【2】 対応前の状況について

「カスタムメニュー」(事業実施中に名称変更があったため、以降「ナビメニュー」と呼称) について、該当の機能は完全に存在しておらず、ツールバー、ページ操作バー、メニューバー、タブ一覧の4要素を中心に構成されていた。



また、特にツールバーについては、ボタンの表示有無、表示順序を個別に設定可能としていた。



しかしながら、この設定はあくまで超教科書ビューアの利用の範囲での利便性の向上を考慮した観点での機能であり、このカスタマイズを行うことで、他社デジタル教科書ビューアとの操作感の類似度、共通度を向上させる意図、効果は無いものであった。

[3] 対応後の状況について

「ナビメニュー」の実装を行なったビューア画面を以下に示す。



「ナビメニュー」については、見た目の基本要素は文部科学省提示詳細仕様を踏まえた上で、既存 UI 部品との違和感がないようにデザインを実施の上で対応した。また、その他動作仕様についても文部科学省提示詳細仕様に沿って実装、実現している。

(2) 非機能要件（性能に関する要件等）

① ビューアのコンテンツ表示時間

本事業で定められた、ビューアのコンテンツ表示時間についての性能要件についてだが、本報告書の「(1)①デジタル教科書ビューアの軽量化」の章にて記載を行っている。

性能測定的前提となる環境の詳細については「(1)①【4】現状速度の調査」に、性能測定の手法、前提(コンテンツデータ)の詳細については「(1)①【5】測定の手法」にて記載を行なった。

「(1)①【9】対応後の速度の測定」にて記載した「デジタル教科書ビューアの軽量化」対応後の性能要件測定値を以下に再掲する。

測定区間	対応前	対応後	対応前後比
ビューアの起動	12.0 秒	5.7 秒	48%
ページめくり 見開き 1 → 見開き 2	8.2 秒	2.4 秒	29%
ページめくり 見開き 2 → 見開き 3	7.1 秒	2.5 秒	35%
ページめくり 見開き 3 → 見開き 4	8.3 秒	2.7 秒	33%
ページめくり 見開き 4 → 見開き 5	9.4 秒	3.2 秒	34%
ページめくり 見開き 5 → 見開き 6	7.9 秒	2.4 秒	30%
ページめくり 見開き 6 → 見開き 7	11.8 秒	4.2 秒	36%
ページめくり 見開き 7 → 見開き 8	10.0 秒	3.4 秒	34%

性能要件の 1 つ目である以下の条件については、「ビューアの起動」が「対応後」で **5.7 秒**となっていることより満たしていることがわかる。

① デジタル教科書の本棚からの教科書へのアクセスに要する時間

操作時間を除き、本棚から教科書紙面を開くまでに要する時間を 10 秒以内で実現すること。若しくは現在の表示時間から 85%での表示を実点すること。

また、2 つ目の以下については、各ページめくりの「対応後」処理時間で **5 秒**を超えているものが無いことより満たしていることがわかる。

② ページめくりに要する時間

ページめくりに要する時間を 5 秒以内で実現すること。もしくは現在の表示時間から 85%での 表示を実現すること。なお、ページ先読み機能等が実装されている場合は、キャッシュされていない状態で測定を行うこと。

3 開発改修されたデジタル教科書の実証

本章では、前章で実施、記載したデジタル教科書の開発、改修に関する実証について報告する。事業仕様書としては下記の6項目が挙げられているところであり、それぞれの実証方針について以下のよう

に定めた。

①デジタル教科書ビューアの軽量化

本件については、性能要件の充足を示す形で成果について実証、報告済み(「2(1)①【9】対応後の速度の測定」などで記載)であるため本章では取り扱わない。

②アカウント管理機能(ログインID・CSVファイルの統一)

本件については、デジタル教科書を既に使用している学校の教職員に試用いただいた上で、アンケートにより対応効果の実証を行なった。「(1)文部科学省 CSV を利用したユーザ管理の実証」にてその結果を述べる。

③アカウント管理機能(引越し対応)

本件については、超教科書クラウドは事業外で対応済みであったため取り扱わない。

④ライセンス管理(プロダクトキーによるライセンス発行)

本件については、利用権限の一括解除機能についてのみ本事業での対応をおこなった。その機能について、デジタル教科書を既に使用している学校の教職員に試用いただいた上で、アンケートにより対応効果の実証を行なった。「(2)ライセンスの一括削除の実証」にてその結果を述べる。

⑤シングルサインオン機能

本件については、教科書クラウドは事業外で対応済みであったため取り扱わない。

⑥児童生徒のアクセシビリティ向上に関する各種機能

本件については、「ナビメニュー」についてのみ本事業での対応をおこなった。その機能について、デジタル教科書を既に使用している学校の教職員・児童生徒に試用いただいた上で、アンケートにより対応効果の実証を行なった。「(3)ナビメニューを利用したビューア操作の実証」にてその結果を述べる。

(1) 文部科学省 CSV を利用したユーザ管理 の実証

【1】 実証のアウトライン

「2(1)②【3】対応後の状況について」にて対応が行われた、文部科学省 CSV ファイルによる一括登録・更新操作について、デジタル教科書を既に使用している学校を選定し、教職員に試用いただいた上でアンケート形式でのヒアリングを実施した。

試用操作については、以下の手順として構成した：

1. 現状の手順の確認

文部科学省 CSV ファイルを利用しない、従来機能を利用してユーザの一括登録、およびユーザ情報の手動更新を実施する。

2. 文部科学省 CSV ファイルを利用した場合の手順の体験

文部科学省 CSV ファイルを利用し、1. と同様のユーザの一括登録、およびユーザ情報の更新を実施する。

詳細の手順については、付録 1 実証時操作手順書 P. 3～P. 23 を参照のこと。

【2】 実証時操作後のアンケート

実証操作実施後、Google Forms で作成したアンケートで回答を回収した。

回答は、実証先に選定した小学校の教諭 1 名である。

<一括登録の利便性向上>

質問：

ユーザの一括登録操作について、文科省CSVを利用した操作は従来操作と比較し *
て利便性が向上していると思いますか？

- ☐ 大きく向上している
- ☐ やや向上している
- ☐ 特に変わらない
- ☐ やや低下している
- ☐ 大きく低下している

回答：

やや向上している

見解:

一括登録の利便性向上については従来操作と比較しての向上を感じてもらえている。

<一括登録の利便性向上の要因>

質問:

上記回答にあたって、特に判断の要因となった部分はどの点でしょうか *

回答を入力

回答:

システムに登録する名簿を1つ作成するだけで、他社のシステムにも利用できそうだから。

見解:

文部科学省 CSV ファイルの導入意図について理解いただけているとともに、それがもたらすメリットについても肯定的に考えていただけている。

<一括更新の利便性向上>

質問:

ユーザの一括更新操作について、文科省CSVを利用した操作は従来操作と比較して利便性が向上していると思いますか？ *

- ☐ 大きく向上している
- ☐ やや向上している
- ☐ 特に変わらない
- ☐ やや低下している
- ☐ 大きく低下している

回答:

やや向上している

見解:

一括更新の利便性向上については従来操作と比較しての向上を感じてもらえている。

<一括更新の利便性向上の要因>

質問:

上記回答にあたって、特に判断の要因となった部分はどの点でしょうか *

回答を入力

回答:

ユーザー名を書き換えたいときに、便利だから。

見解:

実証操作手順として示した手順の内容が、ユーザー名の一括書き換え操作だったため、その点に直結した回答となっていたと思われる。特に更新については、ファイル入力による一括更新は従来機能では不可能だった事項なため、操作の手間はかなり少なくなっているのは事実である。

<一括情報登録操作の頻度>

質問:

本変更による業務負荷への影響に関連しての質問となります。 *

ユーザ登録情報の管理操作について、一括情報登録を行う頻度はどの程度でしょうか

- ☐ 1年に1回
- ☐ 1学期に1回
- ☐ 1ヶ月に1回
- ☐ 1週間に1回
- ☐ その他: _____

回答:

1年に1回

見解:

一括登録については、やはり基本的には1年で1回の模様。

<一括情報更新操作の頻度>

質問:

本変更による業務負荷への影響に関連しての質問となります。 *

ユーザ登録情報の管理操作について、情報更新を行う頻度はどの程度でしょうか

☐ 1年に1回

☐ 1学期に1回

☐ 1ヶ月に1回

☐ 1週間に1回

☐ その他: _____

回答:

1年に1回

見解:

一括更新についても、基本的には1年で1回との回答であった。転出入にともなう情報更新作業はそんなに頻繁に発生している状況ではないようだ。ただ、これはヒアリングした学校の立地状況に大きく依存するのかもしれない。

<文部科学省 CSV ファイル1つでのアカウント情報管理について>

質問:

文部科学省CSVを利用したユーザ情報の管理フローとして、以下の流れが背景として想定されています。 *

- ・ユーザ情報の初期登録時、文部科学省CSVで登録対象のデータを一式作成する。その上で各デジタル教科書システムに登録する。
- ・ユーザ情報の追加、更新時、文部科学省CSVで登録対象のデータで追加、更新を行う。その上で各デジタル教科書システムに登録する。
- ・以上のように、データのメンテナンスは基本的に文部科学省CSVを対象、中心に行う。

この想定フローは御校でのユーザ管理業務の実態とあわせて、現実的に導入するメリットがありますでしょうか

回答を入力

回答:

4月の名簿登録作業時に、一つの CSV ファイルを用意するだけで、他社の登録もしやすくなると考えられる。

見解:

1つのファイルを作成するだけで、複数のデジタル教科書システムへのユーザ管理操作ができることについて理解いただいた上で、手間が減る見込みがあることを回答いただけている。

<文部科学省 CSV ファイル導入による課題発生の可能性>

質問:

文部科学省CSVを利用してのユーザ情報登録、更新操作の導入により、新たに発生する課題として思い当たることありますか

回答を入力

回答:

できれば、自治体が準備したアカウントと紐づけして、シングルサインオンをしたいが、そういった場合はどうすればよいのかわからない。

見解:

実証時の手順として、実証作業用の SSO アカウントまで用意することができず、超教科書クラウドのローカルアカウントで実施したこともあり、この点については誤解を招いてしまったようであった。

手順書での丁寧な説明が必要になると考えられる。

<文部科学省 CSV ファイル導入で解決されない課題があるか>

質問:

今回の文部科学省CSVを利用してのユーザ情報登録、更新操作の導入で解決していない、ユーザ情報管理上の課題、問題として思い当たることありますでしょうか。

回答を入力

回答:

新年度の更新作業で、クラス編成により、昨年度のアカウントと新年度のアカウントを組・出席番号で並び替える作業がとても負担になっているので、それを改善できるツールがあればありがたい。

見解:

超教科書クラウドでは、各ユーザの登録情報項目については、あくまでデジタル教科書の閲覧でどうしても必要になるものという観点で絞り込まれたシンプルなものとなっている。そのため、管理画面においても出席番号や、学年、クラスを意識した表示や並び変えというものは情報項目の保持もしておらず、機能としても存在していない。

学校で利用されるものである以上、やはりそのような情報のまとめ方、管理の仕方が提供されることが望まれていると考えられる。

【3】 総評

文部科学省 CSV ファイルによるユーザ管理(一括登録・更新)については、その利便性の向上についてある程度の評価は得られたと判断する。ただし、学校の現場ではより学校の管理体制に寄り添った体系でのユーザ管理の仕組みが実現することが求められていると考える。

(2) ライセンスの一括削除の実証

【1】 実証のアウトライン

「2(1)④【3】対応後の状況について」にて対応が行われた、コンテンツ利用権限の一括解除作について、デジタル教科書を既に使用している学校を選定し、教職員に試用いただいた上でアンケート形式でのヒアリングを実施した。なお、実証手順書においては、超教科書クラウドシステム上での用語に近づける形で「ライセンスの一括削除」として記載を行なっている。

試用操作については、以下の手順として構成した：

1. 従来の手順の確認

ライセンスを一括でなく個別に削除する手順を示し、一通りの操作、もしくは資料の確認を行う。

2. ライセンスの一括削除機能を利用した場合の手順の体験

今回追加されたライセンス一括削除機能での作業を実施する。

詳細の手順については、付録 1 実証時操作手順書 P. 24～P. 34 を参照のこと。

【2】 実証時操作後のアンケート

実証操作実施後、Google Forms で作成したアンケートで回答を回収した。

回答は、実証先に選定した小学校の教諭 1 名である。

<ライセンス一括削除機能による利便性の向上>

質問：

ライセンスの一括削除について、従来操作と比較して利便性が向上していると思
いますか？ *

- ☐ 大きく向上している
- ☐ やや向上している
- ☐ 特に変わらない
- ☐ やや低下している
- ☐ 大きく低下している

回答：

大きく向上している

見解:

本機能については、大きな利便性の向上があるとの回答が得られた。生徒が 40 人いれば 40 回繰り返す必要があった操作を 1 画面で、かつ格段に少ないアクションで実施できるようになっているので、効果を体感しやすかったのではないかと考えられる。

<ライセンス一括削除機能による利便性の向上の要因>

質問:

上記回答にあたって、特に判断の要因となった部分は何点でしょうか *

回答を入力

回答:

一括で削除できるのが便利。

見解:

「一括で」実行できる点が向上のポイントであることが見受けられる。

<ライセンス一括削除実施の頻度>

質問:

本変更による業務負荷への影響に関連しての質問となります。 *
ライセンスの一括削除を行う頻度はどの程度でしょうか

☐ 1年に1回

☐ 1学期に1回

☐ 1ヶ月に1回

☐ 1週間に1回

☐ その他:

回答:

1 年 に 1 回

見解:

ただ、本操作を実施するタイミングもそれほど頻繁ではないようである。

<ライセンス一括削除以外でのライセンス管理の課題>

質問:

今回のライセンス一括削除機能の導入で解決していない、ライセンス割り当て管理の課題、問題として思い当たることありますでしょうか。

回答を入力

回答:

特定の学年の児童に、ライセンスを割り当てたり、削除したりできれば便利だと思う。算数や理科などの複数のライセンスを割り当てた場合の動作についても、検証してみたい。

見解:

こちらの回答でも、ライセンスの割り当て操作時に「学年」という概念での割り当て操作ができることが望まれていると考えられる。システムとしては、「入学年」という情報項目を設けることで、ほぼほぼ学年単位での操作はできるようにしてあるという理解であったが、直接さ、直感的なわかりやすさにはやはり不足があるようである。

その他、より複雑な状況での動作についても試してみたいといった機能活用についての前向きな回答が得られている。

<その他、従来操作との比較での意見>

質問:

その他、従来操作と比較しての観点で感想等ありましたらご記入ください

回答を入力

回答:

教科書(ライセンス)単位で、ライセンスが管理できるので良い。

見解:

ユーザー一人一人でのライセンス管理操作ではなく、教科書単位で横串なライセンス管理操作ができることが受け入れられ安いと判断できる回答であった。

【3】 総評

利用権限の一括削除については、管理者に受け入れられ、かつ望まれた機能であったとアンケートの回答より判断できる。そのことから本機能の実現の成果はあったと考える。

(3) ナビメニューを利用したビューア操作 の実証

【1】 実証のアウトライン

「2(1)⑥【3】対応後の状況について」にて対応が行われた、ナビメニュー機能について、デジタル教科書を既に使用している学校を選定し、教職員および児童生徒に試用いただいた上でアンケート形式でのヒアリングを実施した。

試用操作については、以下の手順として構成した：

1. 基本操作の確認

ナビメニューは完全新規の機能であるため、まずナビメニューの基本操作について一通り体験してもらう。

2. 従来の手順と比較しながらのナビメニュー操作

引き続き、ナビメニューを通じて提供する操作(書き込み、消しゴム、ページ送り/戻し、ルビ表示、白黒反転、リフロー表示)について、ナビメニューと従来のツールバーとの両方で同じ操作をしてもらい、操作性の違いについて確認してもらう。

詳細の手順については、付録 1 実証時操作手順書 P. 35～P. 57 を参照のこと。

以下、実証時の操作の様子である。



【2】 実証時操作後のアンケート

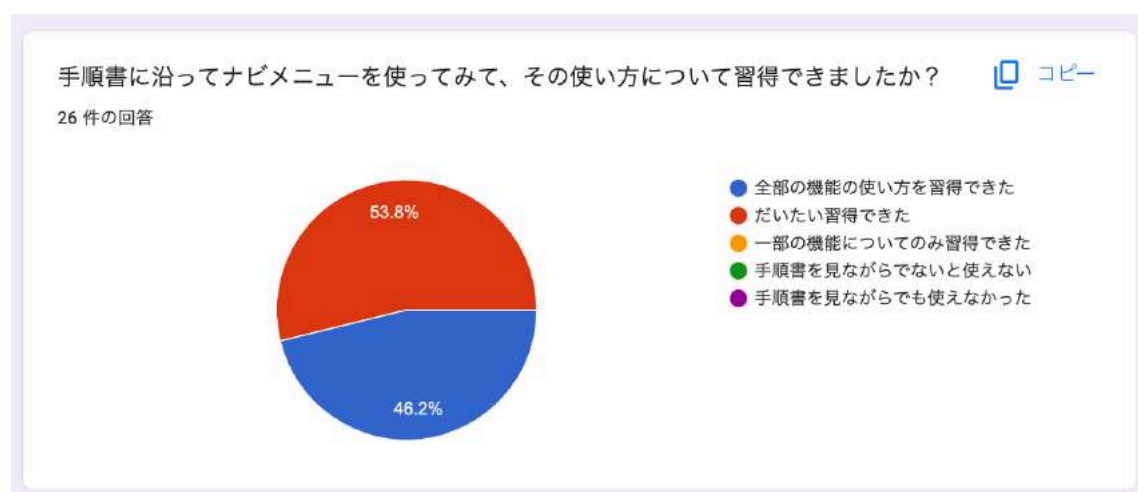
実証操作実施後、Google Forms で作成したアンケートで回答を回収した。

回答は、実証先に選定した小学校の教諭および児童の合計 26 名である。

本節では、特に記述式の回答項目について特にピックアップしたものを記載する。アンケート回答の全内容については、付録 2 ナビメニュー実証時アンケート回答 を参照のこと。

＜ナビメニューの使い方の理解＞

質問と回答

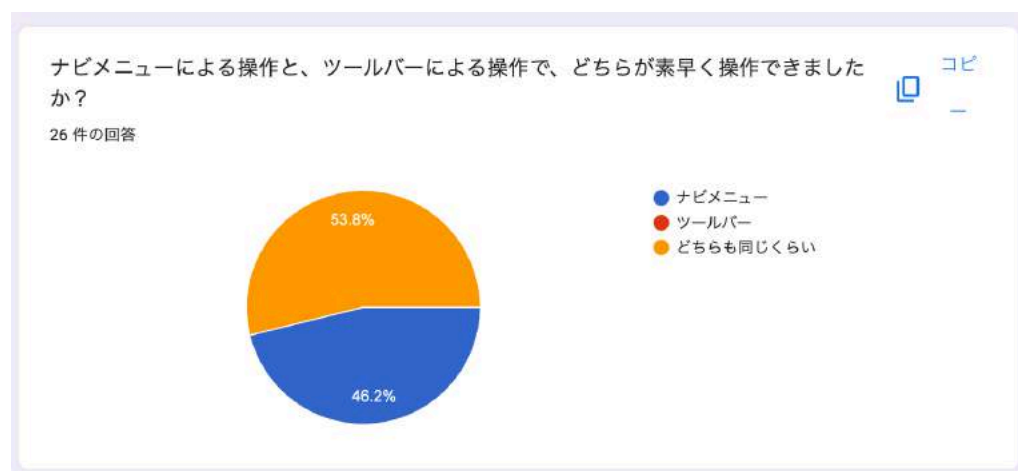


見解：

利用方法の理解については特に問題がなかったと考えられる。全部、もしくはだいたい理解できた と理解度上位 2 種類の回答が全体を占めている。

＜ナビメニューと従来操作（ツールバー）との操作性比較＞

質問と回答

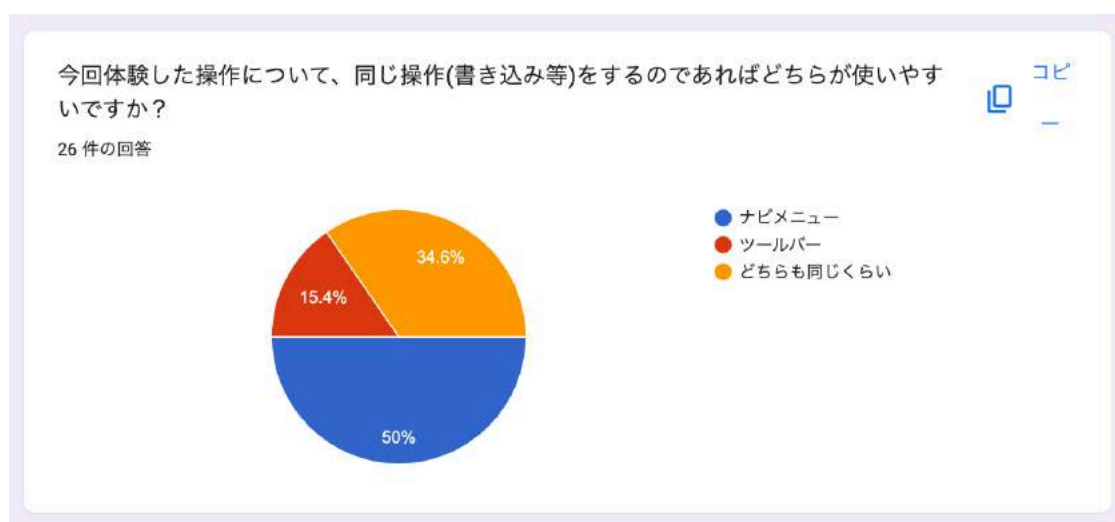


見解:

ナビメニューの方が上回るとの回答がほぼ半数を占めている。その他は「どちらも同じくらい」との回答。今回の実証体験操作手順が、ナビメニューに具備されている機能を利用する操作となっていることから、その機能範囲であればナビメニューの方が使いやすいという印象になるという傾向がでることは考えられる。ただ、この結果からナビメニュー導入による操作性の低下は無いと考えられる。

<同じ操作をするならどちらを好むか>

質問と回答



見解:

ナビメニューでできる範囲の操作であれば、ナビメニューの方が使いやすいという回答が半数となった。

<ナビメニューに追加であっても良いと思われる機能>

質問:

ナビメニューにあった方が良い機能が他にありますか？

記述式テキスト (短文回答)

回答:

特になし
ない
これでいいと思う

特に追加して欲しい機能は無いという回答(空欄回答も含む): 18 件

ペンの色を変えるやつをナビメニューに入れたほうが良いと思った。
ペンの色、消しゴムの大きさを変える機能

ペンの色、消しゴムサイズといったツールバー側での選択が必要な操作: 2 件

読み上げ機能
画面が明るくなったり暗なったりするバー

アクセシビリティに関連する機能: 2 件

見解:

ナビメニュー上の機能については、大半が特に不足無いとの回答だった。追加要望として少数あったのが、ナビメニュー操作と比較的連動して用いられる頻度が高いと考えられる「ペンの色選択」「消しゴム機能の消去領域選択」の機能が要望として回答された。

その他、「読み上げ」「画面輝度変更」が要望されている。こちらはアクセシビリティ系の機能である。

<ナビメニューにて、余計な機能がないか>

質問:

ナビメニューにある機能で、不要な機能、ボタンはありますか？

記述式テキスト (短文回答)

回答:

特にない
ない
ありません
(空欄回答)

特に余分な機能は無いという回答(空欄回答も含む): 25 件

次のページに行くボタン

ページ送りボタン: 1 件

見解:

テキスト記述式の質問だったため、回答表記のブレはあったものの、意味として「特に余計な機能は無い」との回答が大半だった。

1 つ前の質問回答内容と合わせると、ナビメニューの装備機能について過不足の問題はほぼ無いと考えられる。

<ナビメニュー使用時に発生した困難状況>

質問:

ナビメニューを使ってみたときに、困ったことはありましたか？

記述式テキスト（短文回答）

回答:

特にない

あまりない

困ったことは、ありません

(空欄回答)

特に困難は無かったという回答(空欄回答も含む): 26 件

見解:

ナビメニューについては、総じて利用に問題は無かったと判断できる。

<その他、ナビメニューを使ってみての感想等>

質問:

その他、ナビメニューを使ってみての感想を自由にご回答ください

記述式テキスト（短文回答）

回答:

ツールバーより操作が楽だった

ナビメニューが使いやすかった。

ナビメニューが使いやすいとの意見(具体的な理由記述無し): 12 件

小さくできたりして使いやすい

ツールバーよりちょっと、早く押せたり書けたりしたので、ナビメニューは、便利だなと思いました。

授業の邪魔にならないからいいと思います。

操作が簡単で使いやすかったので今後も使いたいと思った。

ナビメニューを使って、場所を移動したり小さくすることができて使いやすかったです。ペンや消しゴムを探さなくてできるので、使いやすかったです。

短い時間で操作が出来るから便利でした。

素早くスムーズにできて、とても使いやすかったです。また中学校で使って勉強していきたいです。いろんな人のことを考えてデジタル教科書を作っていてすごいなと思いました。ありがとうございました！

ナビメニューが使いやすいとの意見(なんらかの理由記載あり): 7 件

見解:

シンプルに使いやすかったとの意見と合わせて 19 件の回答が明らかにナビメニューについて好意的な回答だった。それらの回答のうち、なんらかの理由記載があったものに注目すると、

- 最小化機能による紙面表示の確保される
- 機能を探すことが簡単である

の 2 点が特にナビメニューの良い点として挙げられている。

【3】 総評

ナビメニューについては概ね好評であり、実証操作体験後に簡単でわかりやすい、機能を探しやすいという面で評価している傾向があった。ナビメニューでできる機能範囲はビューア機能の範囲からするとあくまで一部のものではあるが、かなり便利に感じて利用してもらうことができたと言える。

今回の実証ではあくまで超教科書ビューア単体での評価ではあったが、このような評価状況であれば、複数ビューアで同時にナビメニューが使えるような状況はより好意的に受け入れられるのではないかと考える。

4 事業の推進

本事業の推進に当たっては、定期的な事業進捗の報告(週1回)を定期的に行いつつ実施した。

その他、「デジタル教科書の配信基盤の整備に関する総括事業」の総括担当者の指示、依頼の下、標準仕様策定にかかる要件定義等の指導助言、もしくは情報提供や質問事項への回答を実施した。

5 その他

特記事項無し

以上

付録 1. 実証時操作手順書

デジタル教科書ビューア実証研究 操作手順のご案内



1

Copyright © 2023 BPS Co., Ltd.

はじめに

文部科学省の実証研究事業として、
「要件定義されたデジタル教科書・配信方法の開発、実証研究事業」
が令和4年度実施されております。

この実証研究事業において、デジタル教科書ビューア/サービスである
「超教科書クラウド」において、各種機能の追加、改善を実施しております。

本資料では、下記それぞれの方に体験していただきたい具体的な操作の手順について説明させていただきます。

- ・ 教職員様、その他超教科書クラウドの組織管理を実施される方：
 - ・ 文部科学省CSVを利用したユーザ管理
 - ・ ライセンスの一括削除
- ・ 教職員様、児童生徒様：
 - ・ ナビメニューを利用したビューア操作

教職員
組織管理者

教職員
児童生徒

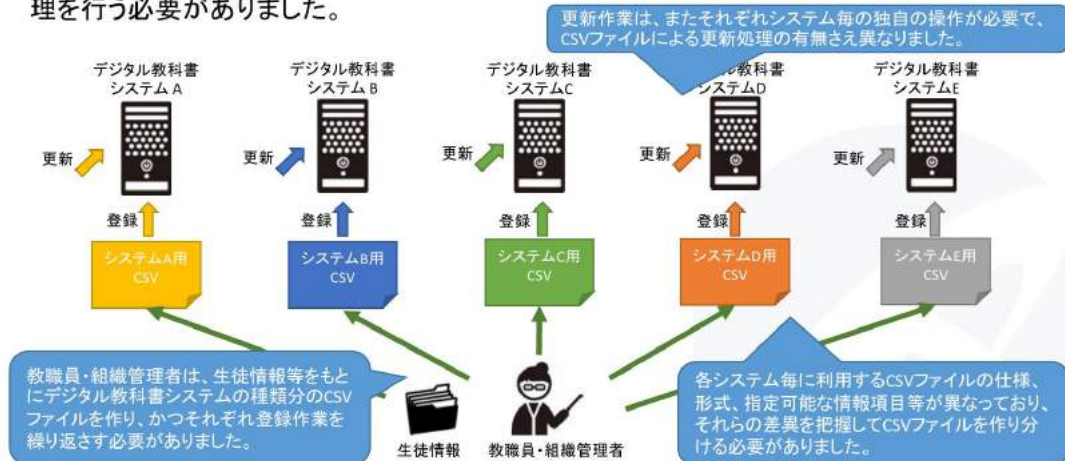
2

Copyright © 2023 BPS Co., Ltd.

本項目の背景にある課題

新年度等のデジタル教科書を利用する人が増えるタイミングでは、デジタル教科書システムへの利用者アカウントの登録作業が必要です。

しかしながら、複数のデジタル教科書ビューアシステムが存在している上、各システムへのユーザー一括登録を行うにはそれぞれのシステムが規定するCSVファイルを利用して処理を行う必要がありました。



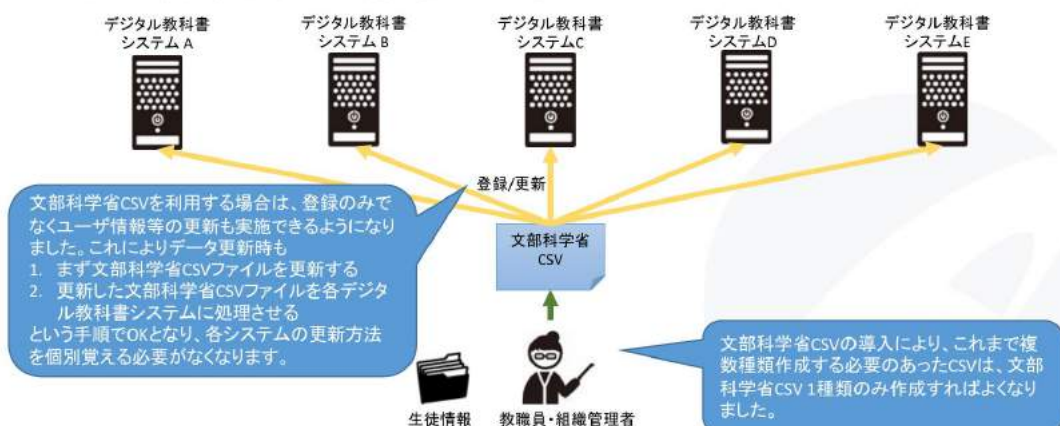
3

Copyright © 2023 BPS Co., Ltd.

本項目による対応

現状のような手間を軽減するため、文部科学省が主導してデジタル教科書システム共通でユーザ登録・更新に利用できるCSVファイルのフォーマットを策定し、超教科書クライドでもそのファイルフォーマットへの対応を行いました。

この対応により、システム毎の差異を意識する必要を軽減し、複数システムでの作業の繰り返しの手間も軽減することを目指しました。



4

Copyright © 2023 BPS Co., Ltd.

全体の流れ

ユーザの一括新規登録、および情報の更新について、現状の手順と新たに導入される文部科学省CSVを利用した場合の手順について操作を体験いただき、その効果についてアンケートのご回答をお願いいたします。

1. 現状の手順の確認または体験

現状の手順については、記載の内容について一通りお目通しいただいた上で類似操作のご経験がある、もしくは時間が限られる場合についてはそのまま次の手順にお進みください。

類似操作のご経験がない場合、かつ時間に余裕がある場合には実際に操作を体験いただけますと幸いです。

2. 文部科学省CSVを利用した場合の手順の体験

実証研究の成果として新たに導入される手順となりますため、こちらについては手順の説明に従い、一通りの操作をお願いいたします。

3. アンケートへの回答

両者の操作差異を踏まえつつ、Googleフォームのアンケートへのご回答をお願いいたします。

1. 現状の手順の確認または体験 〜はじめに〜

まず、こちらのパターンである、現状の手順について、資料上でのご確認、もしくは実操作のご体験をお願いします。



1. 現状の手順の確認または体験 (1)

組織管理者として組織管理画面にログインします。

URL: [https://](https://sig01-admin.cloud.chp-textbook.jp/users/login_jp)

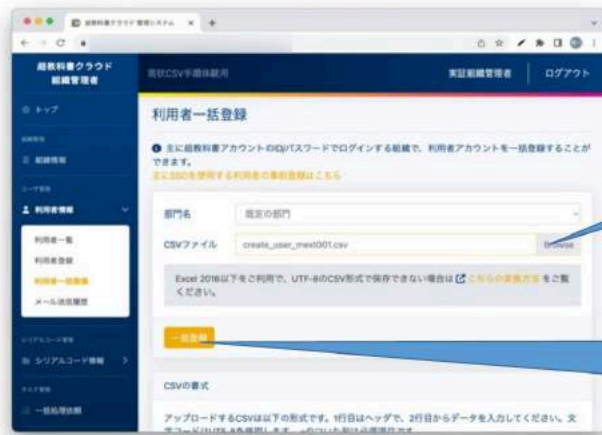
- ・ ログインするURLは今回の実証専用のものです。
- ・ 下記の値を入力してください:
組織コード:
ログインID:
パスワード: * * * * *

1. 現状の手順の確認または体験 (2)

画面左側のメニュー「利用者情報」->「利用者一括登録」を押下して移動します。

1. 現状の手順の確認または体験 (3)

1. CSVファイルを指定するため、「Browse」を押し、本手順書に添付の「create_user_mext001.csv」ファイルを指定します。
2. 「一括登録」を押します。



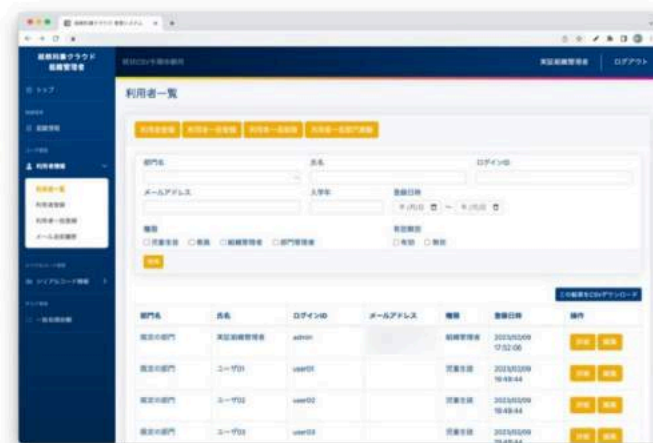
1. 現状の手順の確認または体験 (4)

処理の完了を待ちます。数十秒程度の間隔で、「再読み込み」ボタンをおすことで処理状態を確認できます。



1. 現状の手順の確認または体験 (5)

メニュー「利用者情報」->「利用者一覧」を押下して利用者一覧を表示します。
元から登録されていた組織管理者に加えて、ユーザ01～ユーザ10の10名が児童生徒として登録されていれば正常です。



11

Copyright © 2023 BPS Co., Ltd.

1. 現状の手順の確認または体験 (6)

ユーザの登録情報を変更します。

1. ユーザ01の「編集」を選択して利用者編集画面に移動し
2. 「ユーザ01」を「新しいユーザ01」に変更し、「更新する」ボタンを押します。
3. その他、2,3のユーザも同様に変更します。

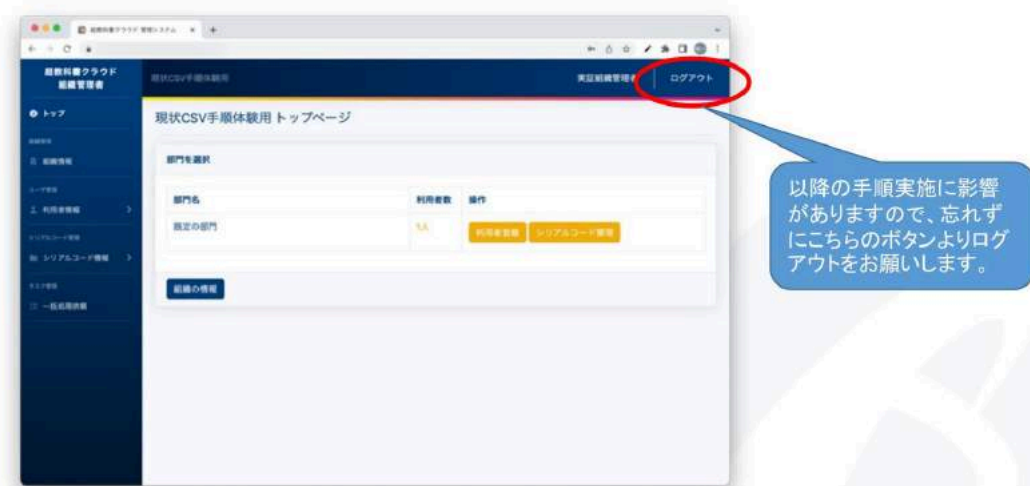


12

Copyright © 2023 BPS Co., Ltd.

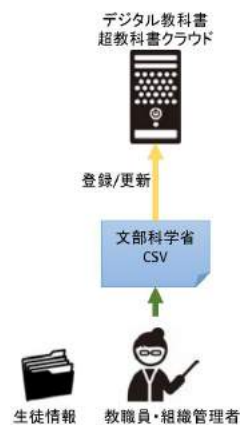
1. 現状の手順の確認または体験 (7)

「ログアウト」を押下して 組織管理画面からログアウトしてください。



2. 文部科学省csvを利用した場合の手順の体験 ～はじめに～

引き続いて、文部科学省CSVを利用した場合の手順についてご体験をお願いします。



2. 文部科学省CSVを利用した場合の手順の体験 (1)

組織管理者として組織管理画面にログインします。

URL: <https://>

- ログインするURLは今回の実証専用のものです。
- 下記の値を入力してください:
組織コード:
ログインID:
パスワード: * * * * *

2. 文部科学省CSVを利用した場合の手順の体験 (2)

メニュー「利用者情報」->「利用者一括登録」を押下して利用者一括登録画面を表示します。
その上でアドレスバーを編集状態にし、表示されているURLの末尾に 2 を追加してリターンを押下して移動します。

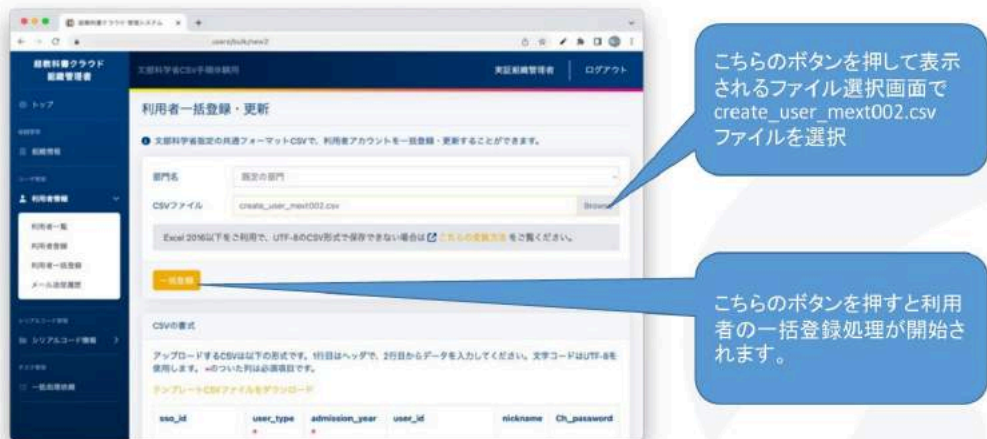
ここに2を追加します。

この部分が「文部科学省指定の共通フォーマットCSVで、利用者」と記載されていることをご確認ください。

2023年3月3日に正式公開を予定している機能のため、移動にアドレスバーの編集が必要になっております。ご了承ください。

2. 文部科学省CSVを利用した場合の手順の体験 (3)

1. CSVファイルを指定するため、「Browse」を押し、本手順書に添付の「create_user_mext002.csv」ファイルを指定します。
2. 「一括登録」を押します。



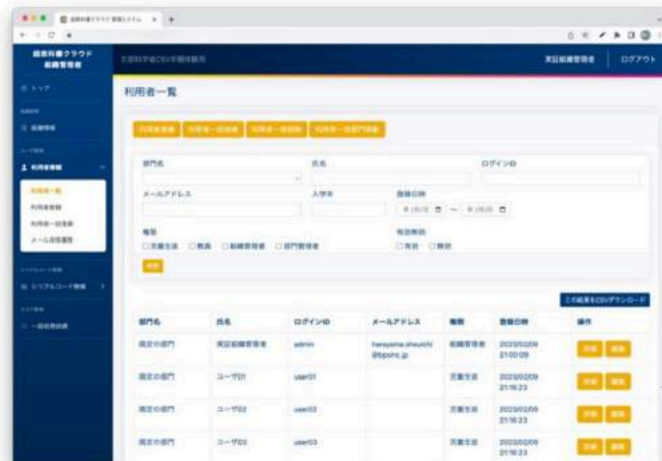
2. 文部科学省CSVを利用した場合の手順の体験 (4)

処理の完了を待ちます。数十秒程度の間隔で、「再読み込み」ボタンをおすことで処理状態を確認できます。



2. 文部科学省CSVを利用した場合の手順の体験 (5)

メニュー「利用者情報」->「利用者一覧」を押下して利用者一覧を表示します。
元から登録されていた組織管理者に加えて、ユーザ01～ユーザ10の10名が児童生徒として登録されていれば正常です。



スクロールさせると全体が確認できます。

2. 文部科学省CSVを利用した場合の手順の体験 (6)

ユーザの登録情報を変更します。

1. P.16と同様の手順で <https://> を開きます
2. CSVファイルを指定するため、「Browse」を押し、本手順書に添付の「update_user_mext002.csv」ファイルを指定します。
3. 「一括登録」を押します。



こちらのボタンを押して表示されるファイル選択画面で update_user_mext002.csv ファイルを選択

こちらのボタンを押すと利用者の一括登録処理が開始されます。

2. 文部科学省CSVを利用した場合の手順の体験 (7)

「2. 文部科学省CSVを利用した場合の手順の体験 (4)」の手順と同様に処理の完了を待ったあと、メニュー「利用者情報」->「利用者一覧」を押下して利用者一覧を表示します。

ユーザ01～ユーザ10の10名が、新しいユーザ01～新しいユーザ10として更新録されていれば正常です。

氏名が更新されています。

スクロールさせると全体が確認できます。

21

Copyright © 2023 BPS Co., Ltd.

2. 文部科学省CSVを利用した場合の手順の体験 (8)

「ログアウト」を押下して 組織管理画面からログアウトしてください。

以降の手順実施に影響がありますので、忘れずにこちらのボタンよりログアウトをお願いします。

22

Copyright © 2023 BPS Co., Ltd.

3. アンケートへの回答

下記URLからアクセスできるアンケートページにて、回答の入力をお願いします。

<https://forms.gle/DQR836sTCiLuWFsm8>

本項目の背景にある課題とその対応

超教科書クラウドでは、「シリアルコード」と呼ぶコードにより、いわゆる「プロダクトキーによるライセンス発行」には対応していましたが、ライセンスの一括削除は備えていなかったため、今回対応を行いました。

今まではこのライセンス削除を10人の生徒に対して行うには、一人一人の操作画面でのライセンス削除を10回繰り返す必要がありました。今回のライセンス一括削除機能の導入により、それを1画面での一括操作で実施できるようになりました。こちらを体験いただきます。



全体の流れ

本項目では、ユーザに割り当てられたライセンスを一括削除する手順について、従来の手順と新たに導入される一括削除機能による手順について説明します。

1. 従来の手順の確認

従来の手順については、記載の内容について一通りお目通しください。

2. 一括削除機能を利用した場合の手順の体験

実証研究の成果として新たに導入される手順となりますため、こちらについては手順の説明に従い、一通りの操作をお願いいたします。

3. アンケートへの回答

従来の手順との差異を踏まえつつ、Googleフォームのアンケートへのご回答をお願いいたします。

1. 従来の手順の確認 〜はじめに〜

まずは、従来の手順としてライセンス削除を対象の一人ずつ繰り返す場合の一連の操作についてご確認ください。



1. 従来の手順の確認 (1)

組織管理者として組織管理画面にログインします。

URL: [https://](https://slg01-admin.cloud.chp-textbook.jp/users/login_jp)

- ログインするURLは今回の実証専用のものです。
- 下記の値を入力してください:
組織コード:
ログインID:
パスワード: * * * * *

1. 従来の手順の確認 (2)

1. メニューの「利用者情報」->「利用者一覧」を選択し、利用者一覧画面に移動します。
2. 利用者一覧画面の利用者リストから、ユーザ01の「詳細」を押して利用者情報詳細画面に移動します。

1. 従来の手順の確認 (3)

1. 利用者情報詳細画面にて、画面をスクロールさせて「使用中のシリアルコード」を表示します。
2. 表示されている「割当解除」ボタンを押すことで、当該利用者からコンテンツのライセンスの割当解除が行われます。(※ この操作は実際に行う必要はありません)

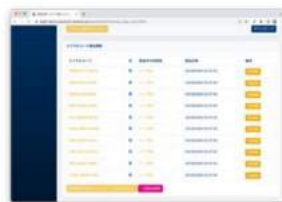


この「割当解除」ボタン押下で、ライセンスの割当が解除されます。

従来の手順では、複数の利用者のライセンス割当解除を行うには、利用者の利用者詳細画面に移動しての割当解除の操作を複数回繰り返し行う必要がありました。

2. 一括削除機能を利用した場合の手順の体験 〜はじめに〜

引き続いて、新たに追加された一括削除機能を利用した場合の操作についてご体験ください。



ライセンスの一括削除

2. 一括削除機能を利用した場合の手順の体験 (1)

1. メニュー「シリアルコード情報」->「規定の部門」を選び、シリアルコードユニット一覧画面に移動します。
2. ライセンス割り当ての解除を行いたいコンテンツパッケージの「詳細」ボタンを押下し、シリアルコードユニット情報詳細画面に移動します。



31

Copyright © 2023 BPS Co., Ltd.

ライセンスの一括削除

2. 一括削除機能を利用した場合の手順の体験 (2)

1. シリアルコードユニット情報詳細画面を下にスクロールすると、シリアルコード割当情報が表示されます。
2. シリアルコード割当情報表の、最上部チェックボックスをチェックONにしたあと、画面下部の「一括割当解除」を押下することで、一括して割り当て解除されます。この操作により、複数ユーザからのライセンス一括削除が完了します。

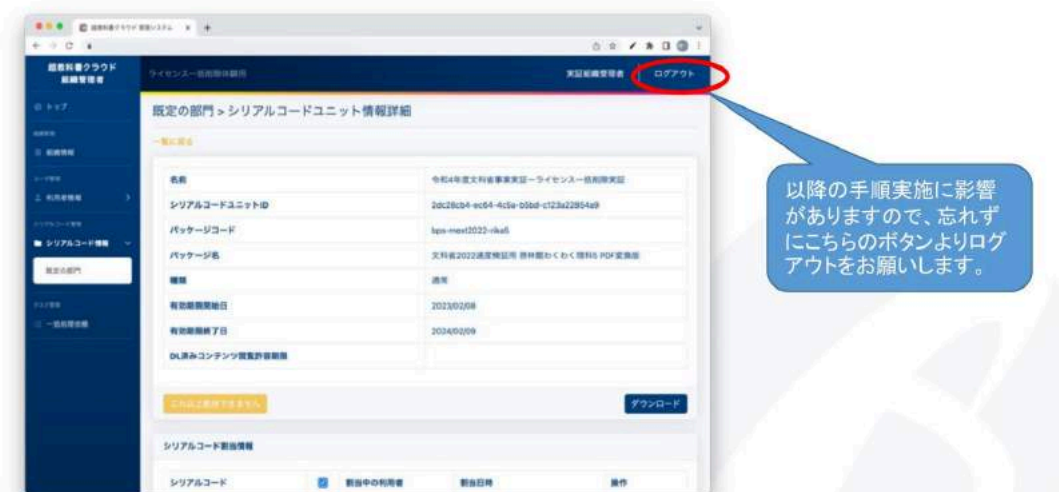


32

Copyright © 2023 BPS Co., Ltd.

2. 一括削除機能を利用した場合の手順の体験 (3)

「ログアウト」を押下して 組織管理画面からログアウトしてください。



3. アンケートへの回答

下記URLからアクセスできるアンケートページにて、回答の入力をお願いします。

<https://forms.gle/EsbpmodstkESxjSv7>

はじめに (1)

教科や教科書会社により、デジタル教科書のツールバーの見え方や操作のしかたが異なるため、各デジタル教科書共通の「ナビメニュー」を新たに追加することになりました。

同じ「ペンでの書き込み」も教科や教科書会社によって違います。



はじめに (2)

各教科、教科書会社の違いを減らすため、全教科書会社で機能をそろえた「ナビメニュー」を、ビューアにみんな追加することになりました。

今までの「ツールバー」と新しい「ナビメニュー」の両方を使って、アンケートに答えてください。



教職員
児童生徒

ナビメニューを利用したビューア操作

ログイン

Webブラウザで、次のURLにアクセスしてください。

<https://>



ログインID、パスワードについては、
ログインID:
user01～user50
パスワード:

がつかえます。

どれを使うかは先生に聞いてくだ
さい。

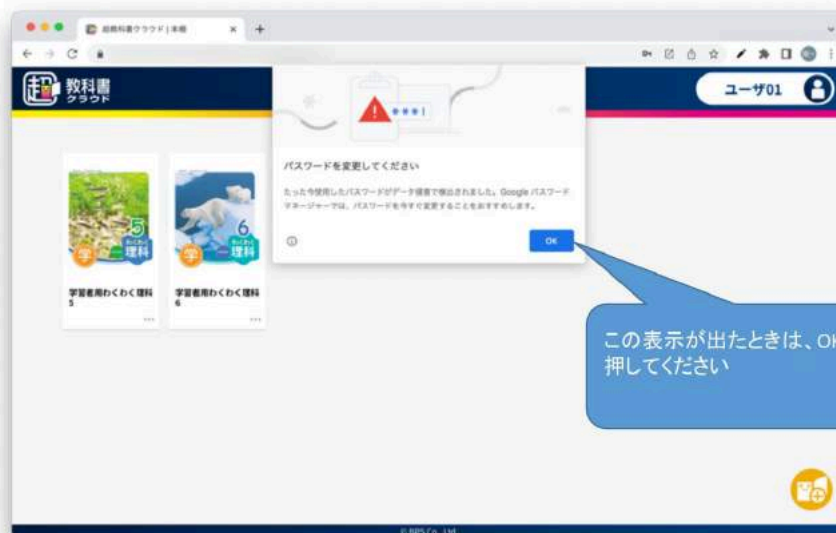
37

Copyright © 2023 BPS Co., Ltd.

教職員
児童生徒

ナビメニューを利用したビューア操作

ログイン時の注意



この表示が出たときは、OKボタンを
押してください

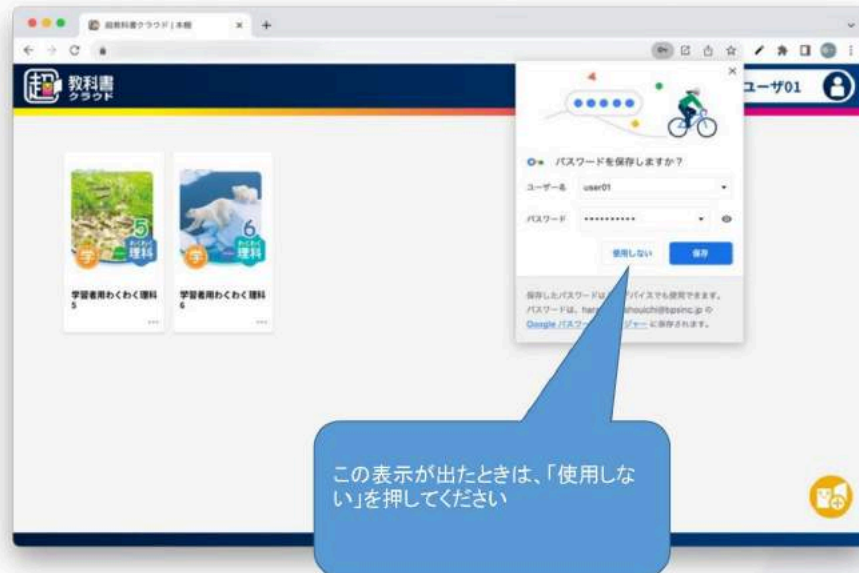
38

Copyright © 2023 BPS Co., Ltd.

教職員
児童生徒

ナビメニューを利用したビューア操作

ログイン時の注意



39

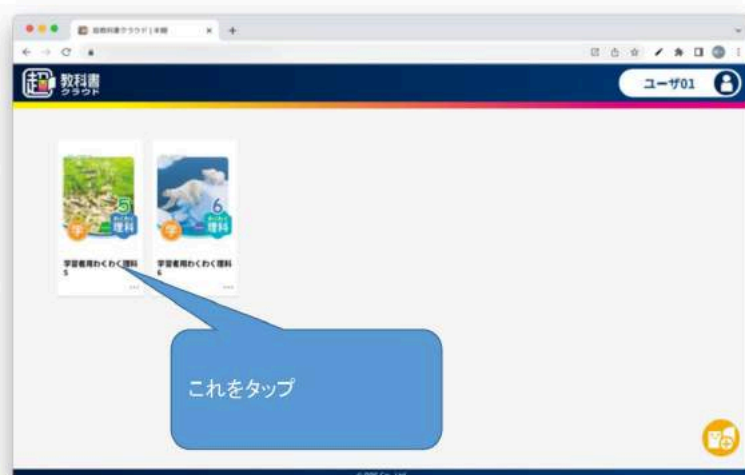
Copyright © 2023 BPS Co., Ltd.

教職員
児童生徒

ナビメニューを利用したビューア操作

本を開く

ログインしたらこの画面になります。「学習者用わくわく理科5」をタップしてビューアを開きましょう。



40

Copyright © 2023 BPS Co., Ltd.

教職員
児童生徒

ナビメニューを利用したビューア操作

「ナビメニュー」、「ツールバー」はどれかを確認しましょう。



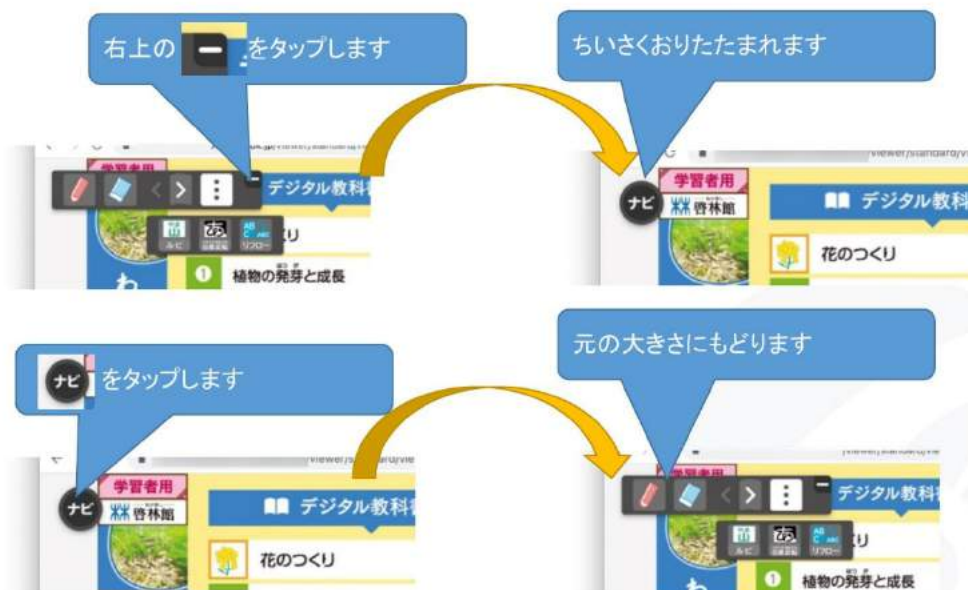
41

Copyright © 2023 BPS Co., Ltd.

教職員
児童生徒

ナビメニューを利用したビューア操作

「ナビメニュー」の折りたたみを試みましょう。



42

Copyright © 2023 BPS Co., Ltd.

ナビメニューを利用したビューア操作

「ナビメニュー」の「アクセシビリティメニュー」の折りたたみをしてみましょう。



43

Copyright © 2023 BPS Co., Ltd.

ナビメニューを利用したビューア操作

「ナビメニュー」を移動させてみましょう。

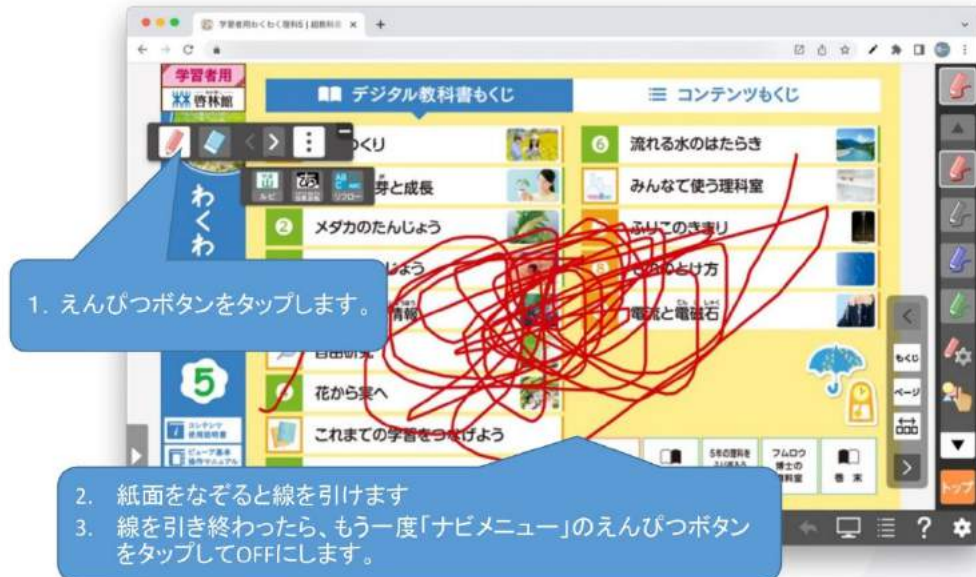


44

Copyright © 2023 BPS Co., Ltd.

ナビメニューを利用したビューア操作

「ナビメニュー」を使って線を引いてみましょう



45

Copyright © 2023 BPS Co., Ltd.

ナビメニューを利用したビューア操作

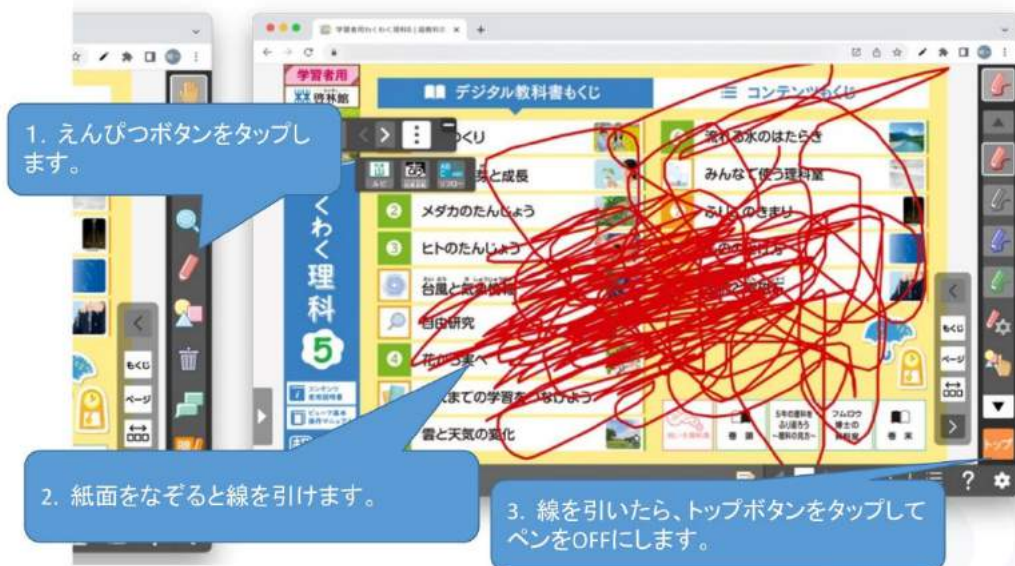
「ナビメニュー」を使って線を消してみよう



46

Copyright © 2023 BPS Co., Ltd.

「ツールバー」を使って線を引いてみましょう



47

Copyright © 2023 BPS Co., Ltd.

「ツールバー」を使って線を消してみよう



48

Copyright © 2023 BPS Co., Ltd.

ナビメニューを利用したビューア操作

「ナビメニュー」「ツールバー」をそれぞれ使ってページをめくりましょう



ナビメニューを利用したビューア操作

8ページ、9ページまでページを進めましょう(どちらを使ってもかまいません)



「ナビメニュー」で、ルビを表示させましょう



「ツールバー」で、ルビを表示させましょう



教職員
児童生徒

ナビメニューを利用したビューア操作

「ナビメニュー」で、リフロー表示をさせましょう



53

Copyright © 2023 BPS Co., Ltd.

教職員
児童生徒

ナビメニューを利用したビューア操作

「ツールバー」で、リフロー表示をさせましょう



54

Copyright © 2023 BPS Co., Ltd.

ナビメニューを利用したビューア操作

リフロー表示にした後、「ナビメニュー」で、白黒反転表示をさせましょう

1. 白黒反転ボタンを押すと表示が反転します。



くり
外したところ)

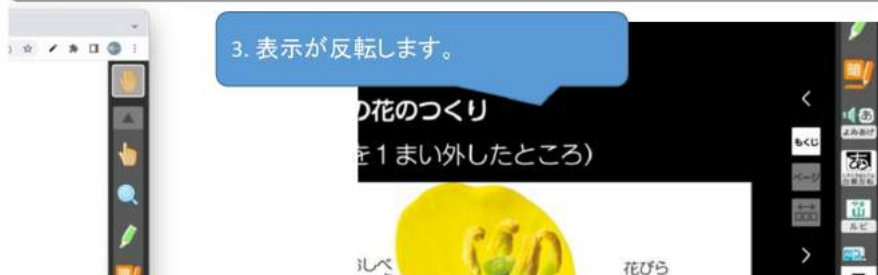
2. もう一度、白黒反転ボタンを押すと表示が元にもどります。



ナビメニューを利用したビューア操作

リフロー表示にした後、「ツールバー」で、白黒反転表示をさせましょう

3. 表示が反転します。



1. 下矢印を押すと白黒反転ボタンがでできます。
2. 白黒反転ボタンをタップします。

4. もう一度白黒反転ボタンを押すと表示がもどります。

アンケートへの回答をお願いします。

下記URLからアクセスできるアンケートページにて、回答の入力をお願いします。

<https://forms.gle/ez2Q5JGf7Lc3nC3V9>

おわりに

各種操作の実施、およびアンケートへのご回答ありがとうございます。

いただいた回答を元に、今回の実証研究の成果を検証、とりまとめの上、文部科学省に報告させていただきます。

付録2 ナビメニュー実証時アンケート回答

質問項目 No. 1～4

手順書に沿ってナビメニューを使ってみて、その使い方について習得できましたか？	ナビメニューによる操作と、ツールバーによる操作で、どちらが素早く操作できましたか？	今回体験した操作について、同じ操作(書き込み等)をするのであればどちらが使いやすいですか？	ナビメニューにあった方が 良い機能が他にありますか？
だいたい習得できた	ナビメニュー	ナビメニュー	
だいたい習得できた	ナビメニュー	ナビメニュー	読み上げ機能
だいたい習得できた	どちらも同じくらい	ナビメニュー	特になし
全部の機能の使い方を習得できた	どちらも同じくらい	ツールバー	ペンの色を変えるやつを ナビメニューに入れたほうが良いと思った。
だいたい習得できた	どちらも同じくらい	ツールバー	
だいたい習得できた	どちらも同じくらい	どちらも同じくらい	ない
だいたい習得できた	ナビメニュー	ナビメニュー	ない
だいたい習得できた	ナビメニュー	ナビメニュー	ない
全部の機能の使い方を習得できた	どちらも同じくらい	どちらも同じくらい	特にない
全部の機能の使い方を習得できた	ナビメニュー	ナビメニュー	特に無し
全部の機能の使い方を習得できた	ナビメニュー	どちらも同じくらい	これでいいと思う
だいたい習得できた	どちらも同じくらい	ナビメニュー	ない
だいたい習得できた	どちらも同じくらい	どちらも同じくらい	画面が明るくなったり暗くなったりするバー
全部の機能の使い方を習得できた	ナビメニュー	ナビメニュー	ツールバーにあるズーム
だいたい習得できた	どちらも同じくらい	ツールバー	問題機能
だいたい習得できた	どちらも同じくらい	ナビメニュー	特にありません
全部の機能の使い方を習得できた	ナビメニュー	どちらも同じくらい	ペンの色、消しゴムの大きさを 変える機能
だいたい習得できた	どちらも同じくらい	どちらも同じくらい	無い
全部の機能の使い方を習得できた	ナビメニュー	ナビメニュー	ない。
全部の機能の使い方を習得できた	ナビメニュー	ナビメニュー	特にありません

全部の機能の使い方を習得できた	ナビメニュー	ナビメニュー	ない。
だいたい習得できた	どちらも同じくらい	どちらも同じくらい	他にあったらいいと思います。
全部の機能の使い方を習得できた	どちらも同じくらい	ツールバー	特にないです
全部の機能の使い方を習得できた	どちらも同じくらい	どちらも同じくらい	ない
全部の機能の使い方を習得できた	どちらも同じくらい	どちらも同じくらい	特にありません(今のままでも分かりやすいです)
だいたい習得できた	ナビメニュー	ナビメニュー	ない

質問項目 No. 5～7

ナビメニューにある機能で、不要な機能、ボタンはありますか？	ナビメニューを使ってみたときに、困ったことはありましたか？	その他、ナビメニューを使ってみての感想を自由にご回答ください
特にない	特にない	ツールバーより操作が楽だった
特になし	特になし	ナビメニューが使いやすかった。
次のページに行くボタン	あまりない。	結構使いやすくて便利だから中学校でも使いたいと思いました。
		便利
ない	ない	やりやすかった
ない	ない	小さくできたりして使いやすい
ない	ない	使いやすい
特にない	特にない	使いやすかった
特に無し	特に無し	特に無し
ありません	ありません	ツールバーよりちょっと、早く押せたり書けたりしたので、ナビメニューは、便利だなと思いました。
ない	困ったことは、ありません。	ナビメニューは、使いやすかったです。
ない	ない	授業の邪魔にならないからいいと思います。
ない	ない	操作が簡単ですぐに覚えられるからとてもいい
ない		難しい所もあったけど楽しかったです。
特にありません	ありませんでした	とても使いやすかったです
		操作が簡単で使いやすかったので今後も使いたいと思った。
無い	無い	使いやすかったです。

ない。	ない。	使いやすかったので中学校でも使ってみたいと思いました。
特にありません	特にありません	字を書いたり、消したりなどたくさんの機能を知れたので中学校で使うのが楽しみです。
ありません。	なかった。	ナビメニューを使って、場所を移動したり小さくすることができて使いやすかったです。ペンや消しゴムを探さなくてできるので、使いやすかったです。
ない	ない	使い方もよくわかったし、楽しかった。
特にないです	特にないです	短い時間で操作が出来るから便利でした。
ない	ない	読み仮名を出してくれるのはすごく便利だなと思いました。中学校でもどんどん使っていきたいなと思います！
特にありません	特にありません	目が見えない人や、読むのが大変な人のことも考えて作ってくださっていて、すごいいいなと思いました。
ない	ない	素早くスムーズにできて、とても使いやすかったです。また中学校で使って勉強していきたいです。いろんな人のことを考えてデジタル教科書を作っていてすごいなと思いました。ありがとうございました！

2023 年 3 月 30 日

**デジタルコンテンツとしてのデジタル教科書の配信基盤の整備事業
「要件定義されたデジタル教科書・配信方法の開発、実証研究事業」
成果報告書**

受託事業者名	株式会社 Lentrance
--------	----------------

はじめに

本実証研究事業は、デジタル教科書の標準仕様を検討するために、要件定義されたデジタル教科書ビューアを開発改修し、機能要件や非機能要件、実用性についての効果検証を行うものである。

I. 本報告書について

本報告書は、「要件定義されたデジタル教科書・配信方法の開発等を行い、連携するデジタル教材等の利活用を促進し、教師の指導力と児童生徒の学びの質的向上に資する実証研究を実施する」という本事業の趣旨に基づき、デジタル教科書の標準仕様を検討するために行った、下記要件を満たすデジタル教科書ビューアの開発改修の内容、およびその実用性の検証結果をまとめたものである。

＜本事業で定義された要件の概要＞

(1) 機能に関する要件

- 【機能要件 1】 デジタル教科書ビューアの軽量化
- 【機能要件 2】 アカウント管理機能（ログイン ID・CSV ファイルの統一）
- 【機能要件 3】 アカウント管理機能（引越し対応）
- 【機能要件 4】 ライセンス管理（プロダクトキーによるライセンス発行）
- 【機能要件 5】 シングルサインオン機能
- 【機能要件 6】 児童生徒のアクセシビリティ向上に関する各種機能

(2) 非機能要件（性能に関する要件等）

- 【非機能要件】 ビューアのコンテンツ表示時間について

II. 本報告書の構成

本報告書は以下3章から構成される。1章には開発改修の内容、2章には実証研究の結果、3章には事業の推進に関する内容を記載した。

章	記載項目	記載概要
1. 要件定義されたデジタル教科書・配信方法の開発	1-1. 開発方針 1-2. 開発改修概要	今回の実証事業の各要件に対する開発方針、開発改修内容の説明
2. 開発改修されたデジタル教科書の実証	2-1. 検証概要 2-2. 要件毎の検証結果概要 2-3. ビューアの性能に関する定量的評価（要件1、非機能要件） 2-4. ビューアの性能に関する定性的評価（要件1、非機能要件） 2-5. 学校現場での運用負担を軽減する機能に関する定性的評価（機能要件 2・3・4・5） 2-6. 児童生徒のユーザビリティ向上に関する機能の定性的評価（機能要件 6、全体所感）	各要件に基づき開発・実装した機能に関する実証研究（検証）結果の説明
3. 事業の推進	3-1. 開発・実証スケジュール 3-2. プロジェクト推進	今回の実証事業に対する開発スケジュール、体制、報告に関する説明

1. 要件定義されたデジタル教科書・配信方法の開発

1-1. 開発方針

今回の実証事業では短期間での開発および効果検証が求められることから、以下方針で開発を実施した。

- (1) 実装済みの既存機能を最大限有効活用し、新規開発を可能な限り抑える
- (2) コンテンツに関わる機能の設計では、デジタル教科書を製作する教科書会社（東京書籍社）と密に連携を図る
- (3) 機能改修後のビューアの動作検証工程を機能要件毎に設定し、ビューア品質を担保する
- (4) 既存のサービス利用に支障が出ないよう、専用の環境を用意して検証および実証を行う

1-2. 開発改修概要（既存機能での対応状況含む）

1-2-1. 機能に関する要件

【機能要件 1】デジタル教科書ビューアの軽量化

実現すべき機能	Lentrance 対応		
	開発可否	実装方針	実装内容 (実装済の場合は既存機能の概要)
デジタル教科書のビューアの配信基盤側等の最適化	必要	以下の対応を行う： (1) CDN 配信方式の最適化 (2) キャッシュ設定の最適化	(1) CDN 配信方式の最適化 ・転送時の通信プロトコルおよびファイル圧縮方式の見直し (2) キャッシュ設定の最適化 ・キャッシュ対象やキャッシュ期間の見直し ・古いリソースがキャッシュに残る問題への対応
デジタル教科書の画面表示の軽量化	必要	以下の(2)は既存設計で対応済みのため、(1)(3)の対応を行う： (1) 次世代フォーマットでの画像圧縮 (2) 見開きページ単位での紙面読み込み (3) 前後ページの遅延読み込み	(1) 次世代フォーマットでの画像圧縮 ・教科書紙面やビューアで利用する画像のフォーマットを WebP 形式に変換 ・WebP 形式の画像表示に対応していない古い OS/ブラウザのサポートを終了 (2) 見開きページ単位での読み込み ・教科書紙面全体ではなく、表示中の紙面のみを読み込む (3) 前後のページの遅延読み込み ・現在の紙面ページの描画後に、前後数ページを先読みする
画像および動画（デジタル教材）の読み込み	不要	既存機能で実装済	・ビューア画面 - 拡大表示する教材のリソースの読み込みを、紙面表示時ではなくユーザー操作時に行う。

【機能要件 2】アカウント管理機能（ログイン ID・CSV ファイルの統一）

実現すべき機能	Lentrance 対応		
	開発可否	実装方針	実装内容 (実装済の場合は既存機能の概要)
統一された CSV フォーマットを用いたアカウント登録	必要	以下の対応を行う: (1) アカウントの一括登録 ・登録用の CSV として、他社パスワードを含む「文科省統一 CSV」と含まない「Lentrance 独自 CSV」の両方をサポートする。 (2) アカウントの一括編集 ・編集用の「Lentrance 独自 CSV」に対し、登録用の統一フォーマットの要件を取り込む。	(1) アカウントの一括登録 (2) アカウントの一括編集 ・CSV テンプレートの内容変更 ・バリデーション処理の修正 ・データ補完処理の修正 ・仕様変更への UI 画面の追従 ・大量データ処理時の負荷対策
パスワードを利用者が任意に変更できる仕組み	必要	管理画面が使えない児童生徒に対しても、パスワード変更のための手段を提供する	・ログイン画面 - 旧パスワードでの本人確認処理の追加 - 新パスワードへの変更処理の追加
パスワードを管理者が代理で変更できる仕組み	不要	既存機能で実現済	・管理画面 - アカウントの管理機能を提供

【機能要件 3】アカウント管理機能（引っ越し対応）

実現すべき機能	Lentrance 対応		
	開発可否	実装方針	実装内容 (実装済の場合は既存機能の概要)
転出元での機能	必要	以下の対応を行う: ・「サーバ側でアカウント間でのデータ引き継ぎ」を行う方式を採用する(※)	(1)ビューア側 ・本棚画面への UI の追加 ・サーバとの通信処理の追加 ・引き継ぎ用ファイル生成処理の追加 (2)サーバ側 ・引き継ぎ用情報の生成処理の追加
転出先での機能	必要	※ 単純に「全書目/全書き込みの実データをファイルとして書き出し/読み込み」を行う方式では、データが大量の場合に学校現場での問題発生が予想されるため	(1)ビューア側 ・本棚画面への UI の追加 ・引き継ぎ用ファイルアップロード処理の追加 ・サーバとの通信処理の追加 (2)サーバ側 ・引き継ぎ用情報の解析処理の追加 ・書き込みデータの引き継ぎ処理の追加 ・大量データの引き継ぎ時への対策

【機能要件 4】ライセンス管理（プロダクトキーによるライセンス発行）

実現すべき機能	Lentrance 対応		
	開発可否	実装方針	実装内容 (実装済の場合は既存機能の概要)
発行社によるライセンスの発行・管理	不要	既存機能で実現済	・出版社管理画面 - クーポンの発行機能 (対象商品の選択、有効期限の設定など) - クーポンコードの発行機能(発行数など) - クーポンコードの一括取得機能 (CSV ファイルでのダウンロード)
学校管理者によるライセンス管理	必要	以下のように要件を分割整理して対応する: (1) クーポンの個別引き換え(対応済み) (2) クーポンの一括引き換え(新規) (3) 閲覧権限の付与(対応済み) (4) 閲覧権限の削除(対応済み)	(1) クーポンの個別引き換え (2) クーポンの一括引き換え ・教育機関向けストア - クーポンコードの(打鍵での)登録画面の提供 - クーポンコードの CSV 登録画面の提供 - クーポン引き換え履歴の提供 - クーポン一括引き換え時の履歴表示方法の修正 (3) 閲覧権限の付与 (4) 閲覧権限の削除 ・学校管理画面 - ライセンスを保有する教材一覧の提示 - アカウントから教材に対する閲覧権限の設定機能の提供
利用者によるプロダクトキー入力での有効化	不要	既存機能で実現済	・ビューア画面 - クーポンコードの(打鍵での)登録画面 ・学校管理画面 - ビューア画面からの引き換え履歴の表示 - ビューア画面から引き換えを実施したアカウントへの閲覧権限の自動付与
ライセンスの不正利用や許諾されていない利用者が有効化できない仕組み	不要	既存機能で実現済	・出版社管理画面 - クーポンコードの管理機能からの、利用前のクーポンやクーポンコードの無効化 ・ビューア画面、教育機関向けストア - クーポン引き換え時に無効化されたクーポンコードや引き換え済みのクーポンコード、存在しないクーポンコードのバリデーション

管理者および利用者向けのライセンス登録に関わる操作マニュアルの作成	必要	公開済みの学校管理画面ガイドおよび FAQ を必要に応じて更新する	・マニュアルおよび FAQ - サポートサイトで公開中の内容を更新
利用者によるプロダクトキーを打鍵する画面	不要	既存機能で実現済	・ビューア画面 - 本棚でのクーポン引き換えの UI について、文部科学省と協議の上で問題ないことを確認

【機能要件 5】シングルサインオン機能

実現すべき機能	Lentrance 対応		
	開発可否	実装方針	実装内容 (実装済の場合は既存機能の概要)
主要アカウントサービスとのシングルサインオン	不要	既存機能で実装済	・ログイン画面 - Apple ID、Google アカウント、Microsoft アカウントでのログイン ・学校管理画面 - アカウントへの SSO 用 ID の設定

【機能要件 6】児童生徒のアクセシビリティ向上に関する各種機能

実現すべき機能	Lentrance 対応		
	開発可否	実装方針	実装内容 (実装済の場合は既存機能の概要)
コンテンツ拡大表示	不要	既存機能で実装済	・ビューア画面 - ピンチイン／ピンチアウト操作による拡大縮 - メニューバー上のボタン押下による拡大縮 - 紙面の拡大縮に対する書き込み内容の追従
ナビメニュー (カスタムメニュー)	必要	提示された仕様に沿って新規開発を行う	・ビューア画面 - ナビメニューの追加 - 既存メニューの表示制御との整合性調整 - ボタン押下時の各機能実装 - ボタン押下時のコンテンツ表示との連動 - 表示対象コンテンツの制御(令和5年サンプル版のみ) - 閲覧設定からの有効無効設定 - 文部科学省との UI デザインの調整
しおり・ブックマーク機能	不要	既存機能で実装済	・ビューア画面 - しおりメニューでの追加/変更/削除 - しおり一覧からのページ遷移

1-2-2.非機能要件(性能に関する要件等)

【要件】ビューアのコンテンツ表示時間

実現すべき機能	Lentrance 対応		
	開発可否	実装方針	実装内容 (実装済の場合は既存機能の概要)
デジタル教科書 の本棚からの教科書へのアクセスに要する時間	必要	10 秒以内での実現	機能要件 1 での対応をまとめて効果検証する
ページめくりに要する時間	必要	5 秒以内での実現	機能要件 1 での対応をまとめて効果検証する

2. 開発改修されたデジタル教科書の実証

機能要件や非機能要件について、開発改修後の効果検証や計測値などの結果を以下にまとめた。
ユーザビリティの観点については、デジタル教科書を既に使用している学校（1校）をモデルユーザー校とし、児童及び教職員に対して、ヒアリング・アンケート形式で効果検証を実施した。

2-1. 検証概要

2-1-1. 評価方法

要件ごとに、それぞれ以下のような方法で評価を行った。

評価対象	自社環境	モデルユーザー校	
	性能試験	授業を受けた児童へのアンケート調査	関係教職員へのヒアリング調査
機能要件1 非機能要件	○ 定量的評価	○ 定性的評価	○ 定性的評価
機能要件2 機能要件3 機能要件4 機能要件5	-	-	○ 定性的評価
機能要件6	-	○ 定性的評価	○ 定性的評価
全体所感	-	○ 定性的評価	○ 定性的評価

2-1-2. 自社環境での実証実施概要（性能に関する定量的評価）

- (1) 実施場所: Lentrance 社内
- (2) 実施期間: 2023 年 2 月 28 日から 3 月 3 日まで

2-1-3. モデルユーザー校での実証実施概要

- (1) 実施場所: 既に Lentrance を利用している東京都内小学校様 1 校
- (2) 実施期間: 2023 年 2 月 13 日から 2 月 17 日まで（期間中に授業を 3 回実施）
- (3) 対象授業: 5 年生社会（東京書籍社発行の教科書を利用）
- (4) 評価対象者:
 - a. 期間中に対象授業を受けた児童: 機能要件 2～5 以外を評価
 - b. 期間中に対象授業を実施した教員を含む関係教職員: 全項目を評価

2-2. 要件毎の検証結果概要

以下の通り、すべての機能要件・非機能要件において、要求事項を満たしていることを確認できた。

項目	要件内容	評価	検証結果	参照先項番
機能要件 1	デジタル教科書ビューアの軽量化	OK	自社性能試験にて性能向上を確認	2-3（定量評価） 2-4（定性評価）
機能要件 2	アカウント管理機能（ログイン ID・CSV ファイルの統一）	OK	モデルユーザー校にて実装機能で問題なく利用できることを確認	2-5
機能要件 3	アカウント管理機能（引越し対応）	OK	モデルユーザー校にて実装機能で問題なく利用できることを確認	2-5
機能要件 4	ライセンス管理（プロダクトキーによるライセンス発行）	OK	モデルユーザー校にて実装機能で問題なく利用できることを確認	2-5

機能要件 5	シングルサインオン機能	OK	モデルユーザー校にて実装機能で問題なく利用できることを確認	2-5
機能要件 6	児童生徒のアクセシビリティ向上に関する各種機能	OK	モデルユーザー校にて実装機能で問題なく利用できることを確認	2-6
非機能要件	ビューアのコンテンツ表示時間	OK	自社性能試験にて基準時間より短い時間での実現を確認	2-3

2-3. ビューアの性能に関する定量的評価（要件1、非機能要件）

自社環境において指標とする通信帯域・端末を用いて、性能の計測を行った。

2-3-1. 計測条件

(1) 計測項目

文部科学省より提示された以下3項目の計測を実施した。

- ログイン画面から本棚表示までに要する時間（以下、「本棚画面の表示速度」と記載）
※ 機能要件1での高速化対象外の項目
- 本棚から教科書紙面を開くまでに要する時間（以下、「紙面の初期表示速度」と記載）
- ページめくりに要する時間（以下、「ページめくり速度」と記載）

(2) 計測コンテンツ

コンテンツ（教科書）の作りによって傾向が変わりうるため、教科の異なる以下2コンテンツを用いて計測を実施した。

コンテンツ	1ページあたりのサイズ（小数第三位切り捨て） ※要件で示された条件では2MB
社会	4.47 MB
理科	2.00 MB

(3) 計測端末

GIGA スクール標準仕様の端末である Surface Go、Chromebook、iPad を計測端末とした。
計測に用いた各端末の仕様は以下の通り：

a. Surface Go（第1世代）

項目	端末仕様
OS	Windows 10 Pro バージョン：20H2
CPU	Intel(R) Pentium(R) 4415Y
ストレージ	128GB SSD
メモリ	8GB

b. Chromebook Flip C101P

項目	端末仕様
ソフトウェア	ChromeOS バージョン：109.0.5415.125
CPU	Hexa-core (Dual A72, Quad A53)
ストレージ	16GB eMMC
メモリ	4GB

c. iPad (第 6 世代)

項目	端末仕様
OS	iPadOS 14.5.1 (18E212)
CPU	Apple A10 Fusion 64 ビットアーキテクチャ
ストレージ	32GB
メモリ	2GB (LPDDR4)

(4) ネットワーク環境 (帯域制限)

計測条件「指標とする通信帯域 (2Mbps 程度を目安)」の実現のため、社内に帯域制限環境を構築し計測を行った。また、比較のため、帯域制限なしの環境でも計測を行った。

通信条件	環境構築方法
帯域制限あり	・ 社内に計測用のネットワークを作成。 ・ 計測用ネットワークからインターネットへの出口となるルータのルーティング用キューの処理速度を制限した (※1)。 ・ ルータでの帯域制限下で Google 社提供の "スピードテスト" を実行し (※2)、Download / Upload のスループット結果がどちらも 2Mbps (に近いかつ超過しない値) となるよう調整した。
帯域制限なし	・ 上記の帯域制限を行わないネットワークで通信を行った。 ・ Download / Upload のスループット結果は 81.33 / 82.87 Mbps であった (※2)。

※1: 参考) ヤマハネットワーク製品 > 帯域制御: コマンド設定

https://network.yamaha.com/setting/router_firewall/other_operation/use_qos/bq

※2: 参考) インターネットの速度をテストする - Google 検索 ヘルプ

<https://support.google.com/websearch/answer/6283840>

(5) キャッシュ

比較のため「キャッシュがない状態」「キャッシュがある状態」の双方で計測を行った。

なお「キャッシュがない状態」は、キャッシュ、cookie、検索履歴も含めてブラウザからの削除を行うことで実現した。

(6) 計測手順

(1) で示した各計測項目に対して、以下の手順で計測を行った。

計測項目	計測手順
a. 本棚画面の表示速度	1. ログイン画面からログインを行うと同時に、計測を開始する 2. 本棚画面の表示が完了したタイミングで計測を終了する
b. 紙面の初期表示速度	1. ログイン画面からログインを行い、本棚画面を表示する 2. 計測対象コンテンツを選択すると同時に、計測を開始する 3. (見開きの左右両方の) 教科書紙面の表示が完了したタイミングで計測を終了する
c. ページめくり速度	1. ログイン画面からログインを行い、本棚画面を表示する

	2. 計測対象コンテンツを選択し、(見開きの状態で)教科書紙面を表示する 3. 次ページに移動するボタンを選択すると同時に、計測を開始する 4. (見開きの左右両方の)教科書紙面の表示が完了したタイミングで計測を終了する
--	--

2-3-2.計測結果概要

「(2Mbps 程度の)帯域制限あり、キャッシュなし」の条件下において、以下のように計測項目 a～c のすべてにおいて目標値を達成したこと確認できた。

計測項目	目標値	計測結果	参考値(改修前)
a. 本棚画面の表示速度	-	4.2～5.4 秒	-
b. 紙面の初期表示速度	10 秒以下	7.7～8.9 秒	13.3～19.6 秒
c. ページめくり速度	5 秒以下	0.8～1.7 秒	9.6～14.0 秒

2-3-3.計測結果詳細

各計測項目に対する速度の計測結果を以下に示す。計測結果の秒数は、連続する 3 回の測定での中央値を示している。なお、ストップウォッチを用いた手動での測定を行ったため、計測結果の秒数には 0.2～0.3 秒程度の誤差を含む可能性がある。

(1) ログイン画面から本棚表示までに要する時間(本棚画面の表示速度)

・要件基準:利用者がストレスなく利用できること

・計測結果(帯域制限あり):

計測端末	キャッシュなし	キャッシュあり
Surface Go(第 1 世代)	4.24 秒	2.10 秒
Chromebook Flip C101P	5.39 秒	2.30 秒
iPad(第 6 世代)	5.36 秒	2.42 秒

※ 外部システムの応答時間も含む

(2) 本棚から教科書紙面を開くまでに要する時間(紙面の初期表示速度)

・要件基準値(目標値):10 秒以内

・計測結果①(帯域制限あり、キャッシュなし):すべての計測端末で目標値をクリア

計測端末	社会	理科
Surface Go(第 1 世代)	8.06 秒	8.39 秒
Chromebook Flip C101P	8.67 秒	8.27 秒
iPad(第 6 世代)	8.85 秒	7.69 秒

・計測結果②(帯域制限なし、キャッシュあり):ネットワーク環境の整った学校現場を想定した参考値として計測を行い、更に短時間で動作することを確認した

計測端末	社会	理科
------	----	----

Surface Go (第 1 世代)	5.02 秒	4.47 秒
Chromebook Flip C101P	6.24 秒	6.77 秒
iPad (第 6 世代)	2.75 秒	3.17 秒

(3) ページめくりに要する時間 (ページめくり速度)

・要件基準値 (目標値): 5 秒以内

・計測結果① (帯域制限あり、キャッシュなし): すべての計測端末で目標値をクリア

計測端末	社会	理科
Surface Go (第 1 世代)	1.04 秒	1.34 秒
Chromebook Flip C101P	1.47 秒	1.45 秒
iPad (第 6 世代)	1.71 秒	0.79 秒

・計測結果② (帯域制限なし、キャッシュあり): ネットワーク環境の整った学校現場を想定した参考値として計測を行い、概ね更に短時間で動作することを確認した

計測端末	社会	理科
Surface Go (第 1 世代)	1.30 秒	1.22 秒
Chromebook Flip C101P	1.45 秒	1.39 秒
iPad (第 6 世代)	0.82 秒	0.66 秒

2-4. ビューアの性能に関する定性的評価 (要件 1、非機能要件)

モデルユーザー校において、授業を受けた児童へのアンケート調査および関係教職員へのヒアリング調査を行った。

2-4-1. 評価条件

ビューアの性能に関して、本事業での対応前後でどれだけ早くなったかを比較する (相対評価) 観点については、2-3 において検証を行った。

モデルユーザー校でのアンケートおよびヒアリングにおいては、利用者視点でどのように感じているかを把握することを目的として、相対評価ではなく絶対評価での回答をいただいた。

なお、関係教職員へのヒアリングでは、授業での利用において性能面での支障がないかを確認した。また児童へのアンケートにおいては、2-3 と同じく以下の 3 項目に対して設問を行った。

- ログインして本棚を開くとき (本棚画面の表示速度)
- 本棚から教科書を開くとき (紙面の初期表示速度)
- ページをめくったとき (ページめくり速度)

2-4-2. 評価結果概要

【教職員観点】

- ヒアリングにおいて「表示速度に関してはストレスなく授業を行える」ことが確認できた。

【児童観点】

- アンケートにおいては、「はやい」の割合が 50% 未満となっており、児童が期待するレベルの性能とはまだ差があることが確認できた。

- 担当の教員の方へのヒアリングにて、利用に支障やストレスを感じている児童は見受けられなかったことも確認できた。

2-4-3.評価結果詳細

- 「とてもはやい」「じゅうぶんはやい」の割合が 50%未満(42.9%)であった。

※ 授業を担当された教員の方からの補足:

児童から見た「はやい」の基準は本当に「一瞬で完了する」との理想的なものである可能性が高く、授業での利用にストレスを感じている生徒も見受けられなかった。

- 「おそい」との割合は 10.7%と高くはないが、一定数の回答があった。

※ 授業を担当された教員の方からの補足:

「おそい」との評価は、「ネットワークが一時的に詰まった」や「普段の授業とログイン手順が違った(ログイン後に、普段の授業用と実証授業用のどちらの本棚を使うか選択する必要があった)」との点を気にした児童が回答したものと思われる。

《利用者アンケート結果(回答数:28 件)》

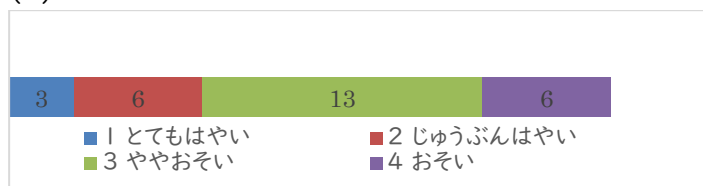
(1) ログインして本棚を開くとき



(2) 本棚から教科書を開くとき



(3) ページをめくったとき



2-5. 学校現場での運用負担を軽減する機能に関する定性的評価(機能要件 2・3・4・5)

モデルユーザー校において、関係教職員への機能のデモを行い、ヒアリング調査を行った。

2-5-1.評価条件

モデルユーザー校において、教職員の方へ機能の説明および操作方法のデモを行い、その内容に対する所感および評価をヒアリングした。モデルユーザー校では利用する必要のない機能も含まれていたが、利用する場合を仮定した上での回答をいただいた。

2-5-2.評価結果

いずれの機能においても、利用に問題なしとの評価が得られた。

No.	対象項目	確認方法	評価	評価詳細
1	<機能要件2> アカウントの一括登録 および一括編集機能 (「統一フォーマットの CSV テンプレート」に 関する説明含む)	機能説明およ び操作デモ後 のヒアリング	問題なし	同じ CSV フォーマットで複数のビューアの登録 管理ができる有用性は理解した。実際の操作も 昨年 Lentrance 様式で経験しており問題な い。CSV フォーマットだけでなく(Lentrance を 含む) 各サービスのアカウント登録手順も分かり やすくしてほしい。
2	<機能要件2> 児童自身による パスワード変更機能	機能説明およ び操作デモ後 のヒアリング	問題なし	機能としては問題ないが、本校では児童に変更 させるのは運用上のリスク(パスワードを忘れた 場合の対応負担増)があると考ええる。一方、中学 高校ではリスクが低そうのため、学校ごとに当該 機能を ON/OFF ができるようにしてほしい。
3	<機能要件3> 転校時の書き込み 情報の引き継ぎ	機能説明およ び操作デモ後 のヒアリング	問題なし	機能概要およびデータ保管方式(書き込みデー タ自体はサーバ上に保存)について理解でき、 運用も可能だと考える。ただし児童自身で操作 を行うことを踏まえると以下の点に懸念がある。 ・書き込みデータの受け渡し方法(本校では児 童が端末からデータを直接抜き出せないように 制御している) ・引き継ぎタイミング(転校先のアカウントに引き 継がれて元のアカウントを削除してもよいタイミ ングをどう把握するか)
4	<機能要件4> クーポンを用いた教材 の引き換えおよび閲 覧権限の設定	機能説明およ び操作デモ後 のヒアリング	問題なし	閲覧権限の設定作業は本校支援員が経験済み であり、問題ない。また、打鍵および CSV ファイ ルを用いたクーポンの引き換えも問題なくできそ う。なお、利用にあたっては以下の懸念がある。 ・クーポンの配布方法(安全かつ効率的な受け 渡し方法) ・名称の不統一(ビューア提供社によって「クー ポン」「ライセンス」などと呼び方が異なる)
5	<機能要件5> SSO ログインの利用	利用状況の ヒアリング	問題なし	普段から SSO を利用しており、運用上の問題は 現状無い。

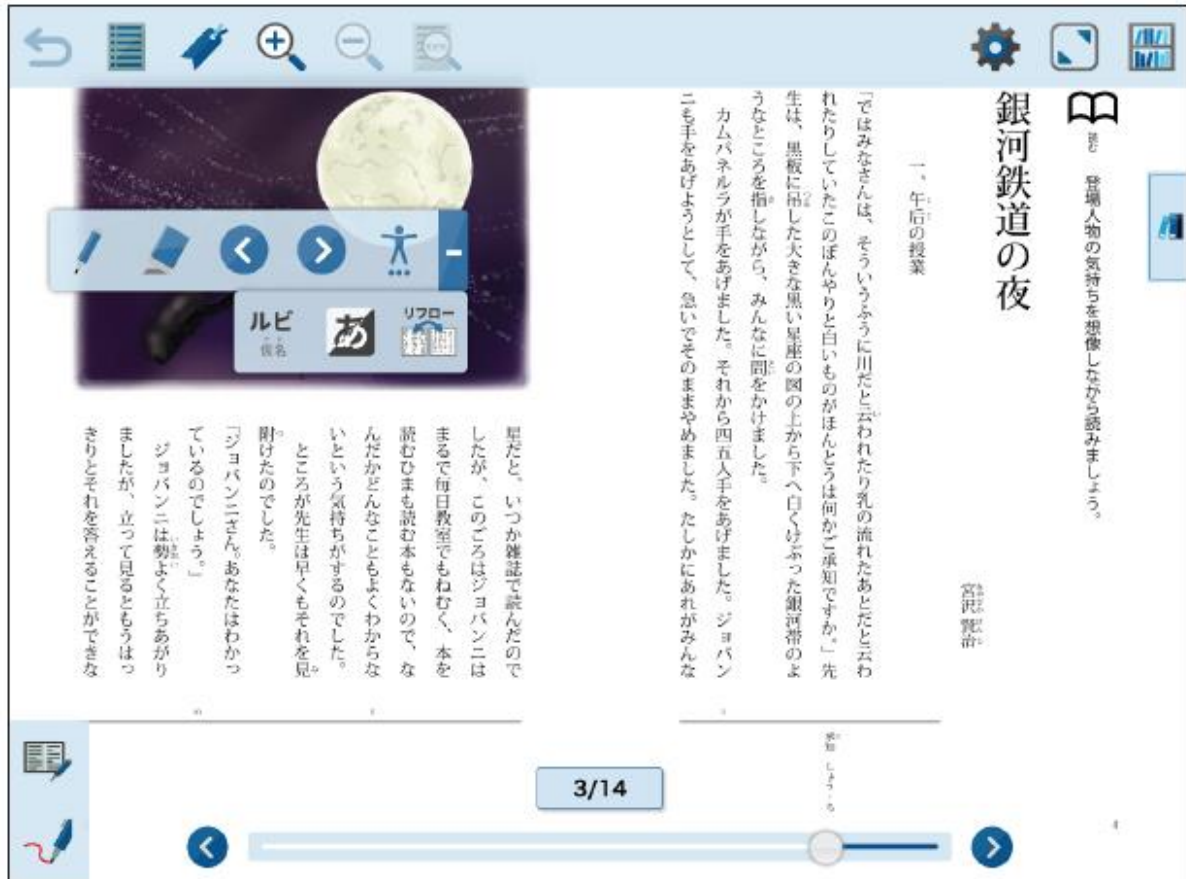
2-6. 児童生徒のユーザビリティ向上に関する機能の定性的評価(機能要件 6、全体所感)

モデルユーザー校において、授業を受けた児童へのアンケート調査および関係教職員へのヒアリング
調査を行った。

2-6-1.評価条件

デジタル教科書ビューアの標準的な機能およびナビメニューの性能に関して、モデルユーザー校でのアンケートおよびヒアリングを行った。あわせて、自由記述での全体所感も回答いただいた。

なお、紙面上でナビメニューを開いた際は以下のようなイメージの表示となる。



2-6-2.評価結果

(1) 全体所感について

紙面をより広く見せる機能、より柔軟な書き込みができる機能を求める声を多くいただいた。

【教職員観点より】

- 表示速度に関してはストレスなく授業を行える。また各機能の操作も戸惑うことなく利用できる。
- メニューが教科書紙面を隠さないようにする設定がほしい(設定箇所を分かりやすくしてほしい)。
- メニューの UI が大きく感じる。(アクセシビリティ観点もあるが)個人の特性に合わせて、UI の大小を選べるとよい。
- 他校の見学をして気づいた点として、タッチペンがあるほうが操作しやすいと感じる。

【児童観点より】

- 複数の写真をまとめて拡大表示するのではなく、1枚ずつ分割して拡大表示できるとよい。
- (紙面上に)付箋を貼ってそこに文字が書けるようにしてほしい
- (紙面の周囲に)もっと書き込みができるスペースがほしい

※ 授業を担当された教員の方からの補足：

- 授業中で使うことへの支障はなく、利用にストレスを感じている児童も見受けられなかった。
- 今回授業を受けた児童（5 年生）位になると、自ら使い方を学んでいろいろ試して使うため習熟するのも早い。
- 紙媒体とデジタルを選べるのは嬉しいとの意見も多い（デジタル教科書が良いという意見も多い）。

(2) デジタル教科書の標準機能について

授業を受けた児童へのアンケート回答では、評価対象機能すべてにおいて「とても使いやすい」「使いやすい」が 50%以上となっている。授業を担当された教員の方からも、授業で使うことに関して支障はなく、利用にストレスを感じている生徒も見受けられなかったとの回答をいただいた。

《利用者アンケート結果（回答数：28 件）》

(2)-1 ページのかくだい・しゅくしょう（ボタン）



(2)-2 ページのかくだい・しゅくしょう（ピンチイン／ピンチアウト）



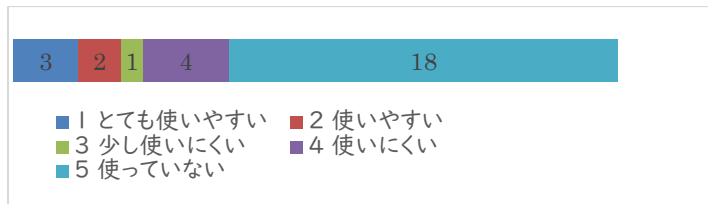
(2)-3 かきこみ



(2)-4 消しゴム



(2)-5 しおり



(3) ナビメニューについて

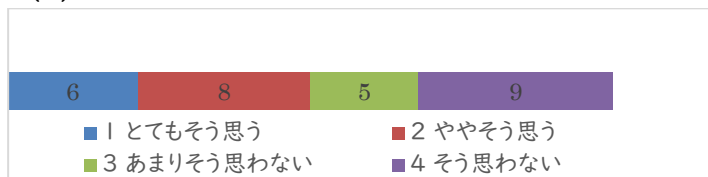
授業を受けた児童のアンケート回答では、「機能がナビメニューにまとめてあると便利」と回答した児童は 50%であった。これは、ビューアの既存のメニューとナビメニューが同時に提示されることから、機能の重複感があったためではないかと考えられる。

一方、ボタンのデザインや並び方、使い方に関しては60%以上の児童がわかりやすいと回答しており、機能自体の有用性は確認できた。

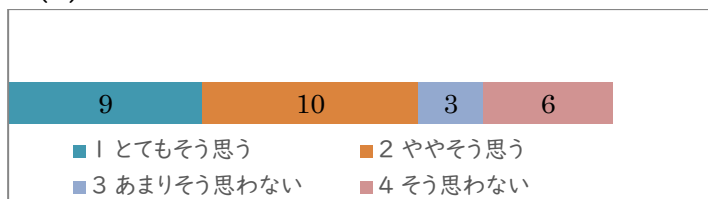
よく使う機能としては、ペン(67.9%)、消しゴム(67.9%)、ページめくり(53.6%)が上位に挙げられた。アクセシビリティへの配慮機能(ルビ・かな表示、色の反転、リフロー表示)などの利用が少ないのは、今回授業を受けた児童の中に特別な支援を必要とする児童がいなかったためではないかと考えられる。

《利用者アンケート結果(回答数:28 件)》

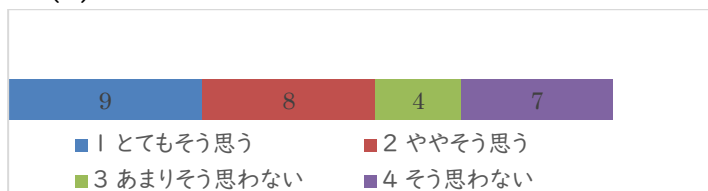
(3)-1 よく使う機能(きのう)を「ナビメニュー」にまとめてあると便利だと思いますか？



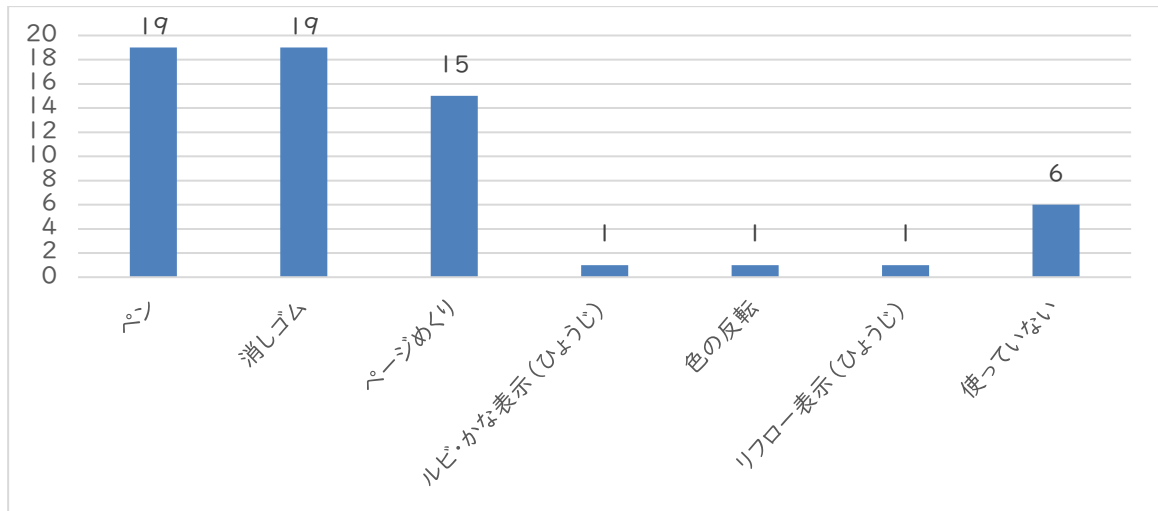
(3)-2 ボタンのデザインやならび方は分かりやすいですか？



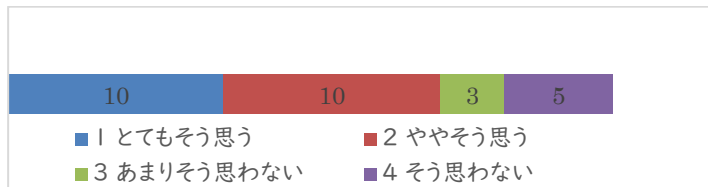
(3)-3 使いかたは分かりやすいですか？



(3)-4 「ナビメニュー」のどの機能をよく使いましたか？(複数回答)



(3)-5 国語(他社ビューア)と社会・算数(レントランス)の両方に同じナビメニューが追加されたら、便利になると思いますか。



3. 事業の推進

事業の実施にあたっては、「デジタル教科書の配信基盤の整備に関する総括事業」との連携等を図るため、開発スケジュールを提示の上、事業の進捗状況を総括事業受託事業者に対して週次で報告を行った。また総括事業事務局からの依頼に応じて、本事業や標準仕様策定に係る協議を行った。

3-1. 開発・実証スケジュール

3-1-1. スケジュール概要

(1) 開発・実装#1(機能要件1)	:2022年11月~2022年12月末
(2) 開発・実装#2(機能要件2・3・4・5・6)	:2022年11月~2023年2月上旬
(3) ビューア品質確認・不具合改修	:2022年12月~2023年3月末
(4) ユーザー向けマニュアルの追加・更新	:2022年12月~2023年3月末
(5) 自社環境での性能検証(非機能要件)	:2023年1月~2023年3月中旬
(6) モデルユーザー校での実用性検証(事前準備)	:2022年12月~2023年1月末
(7) モデルユーザー校での実用性検証(検証実施)	:2023年2月
(8) 成果報告書作成	:2023年2月~2023年3月末

3-1-2. スケジュール詳細

作業項目	11月	12月	1月	2月	3月
機能開発	【要件1】デジタル教科書ビューアの軽量化 設計 実装 試験			追加チューニング・不具合改修	
	【要件2】アカウント管理機能(ログインID・CSVファイルの統一) 要求分析・設計 実装 試験			ビューア品質確認・不具合改修	
	【要件3】アカウント管理機能(引越し対応) 要求分析・設計 実装 試験			ビューア品質確認・不具合改修	
	【要件4】ライセンス管理(プロダクトキーによるライセンス発行) 要求分析・設計 実装 試験			ビューア品質確認・不具合改修	
	【要件6】児童生徒のアクセシビリティ向上に関する各種機能 要求分析・設計 実装 試験			ビューア品質確認・不具合改修	
	【非機能要件】ビューアのコンテンツ表示時間 効果検証			効果検証	効果検証
マニュアル等追加・更新		UIデザイン ユーザマニュアル追加・更新		サポートサイト更新	
実用性の検証		実施調整 実証準備		実証実施	報告書作成

3-2. プロジェクト推進

3-2-1. 実施体制

(1) 統括責任者	:取締役開発統括責任者 白鳥亮
(2) 開発リーダー	:マネージャー開発チームリーダー 早津政和
(3) 連絡窓口担当者	:取締役開発統括責任者 白鳥亮

3-2-2. 進捗報告

- (1) 総括事業受託事業者への週次、月次報告
- (2) 総括事業受託事業者からの依頼に応じて、会議への参加・報告
- (3) 必要に応じて標準仕様策定に係る要件定義等の指導助言を行う

**デジタルコンテンツとしてのデジタル教科書の配信基盤の整備事業
「要件定義されたデジタル教科書・配信方法の開発、実証研究事業」
成果報告書**

受託事業者名	数研出版株式会社
--------	----------

0. はじめに

本実証研究事業は、デジタル教科書の標準仕様を検討するために、要件定義されたデジタル教科書ビューアを開発改修し、機能要件や非機能要件、実用性についての効果検証を行う実証研究である。

1. 要件定義されたデジタル教科書・配信方法の開発

(1) 機能に関する要件

① デジタル教科書ビューアの軽量化

本要件で実現すべき機能は以下 3 点あり、

- ① デジタル教科書のビューアの配信基盤側等の最適化
- ② デジタル教科書の画面表示の軽量化
- ③ 画像および動画（デジタル教材）の読み込み

このうち①③は実現済みであり、本事業では②について、紙面データやコンテンツデータの読み込みのタイミングを調整する開発を行った。

開発内容

- エスビューアではページめくりを軽快に行えるよう、該当見開きページ表示時に、前後見開きの 4 ページ分の読み込み処理を並行して実行している（先読み処理）。この先読み処理と該当見開きページデータ取得のタイミングと重なって表示速度に影響が出ていたため、該当見開きページデータ取得を最優先にするよう読み込み処理のタイミングを調整した。
- その結果、ページめくりの軽快さは維持したうえで、該当見開きページの表示時間の短縮を実現した。
- 具体的な短縮時間などを検証した結果は、2. 開発改修されたデジタル教科書の実証 に記載。

② アカウント管理機能（ログイン ID・CSV ファイルの統一）

要件として定められた「統一化した CSV フォーマット」を使ってアカウント登録ができるよう開発を行い、手順をまとめた操作マニュアルを整備した。

開発内容

- CSV ファイル読み込み処理を改良し、エスビューア用の CSV ファイルと統一化した CSV

ファイルの2種類のフォーマットを読み込めるようにした。

- また、1つのアップロード画面でどちらのフォーマットのCSVファイルでも読み込めるようにした。
- 読み込みのエラーハンドリングを、文部科学省より示された仕様にに基づき実装した。

アカウント登録手順

エスビューアでのアカウント登録手順は以下の通り。エスビューア用のCSVファイルでも統一化したCSVファイルでも、手順は変わらない。

1. アカウント・ライセンスの管理サイトに、管理者用のアカウントでログインする
2. CSVファイルをダウンロードする
(他社ビューアも利用中で、統一化CSVファイルが既にあれば、ダウンロードは不要)



3. CSVファイルに利用者の情報を入力する
(他社ビューアも利用中で、統一化CSVファイルが既にあれば、入力は不要)
4. CSVファイルをアップロードし、「入力内容の確認へ」ボタンを押下する



- (1) 入力エラーがあった場合は、エラー箇所とエラー内容が表示されるので、参照してCSVファイルを修正し、再度アップロードする



5. 「登録」ボタンを押下し、登録を完了する

③アカウント管理機能（引越し対応）

エスビューアでは書き込み情報は端末内に格納されている。児童生徒の転校に伴って端末が

変更になる場合に、デジタル教科書上の書き込みを転出先でも利用できるよう、データ移行機能の開発を行い、手順をまとめた操作マニュアルを整備した。

開発内容

- 書き込み情報のエクスポートとインポートを行う専用サイトを構築した。
- 転出元の端末において専用サイトを開き「バックアップ」を実行することで、端末内の書き込み情報をエクスポートできるようにした。
- バックアップを実行すると、書き込み情報が1ファイルとなってエクスポートされる。ファイルは専用サイトから自動的にダウンロードされ、端末のダウンロードフォルダに保存される。
- 転出先の端末において専用サイトを開きファイルをアップロードすることで端末内にエクスポートされ、エスビューア書き込み情報が復元できるようにした。

移行できるデータ

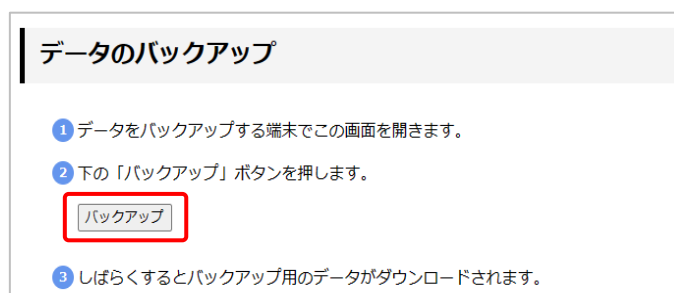
- 書き込み情報
 - ペン、ふせん、スタンプ、しおり、自作リンク
- 教材の設定情報
 - 最後に閲覧したページの位置、表示設定（色の反転など）、リフロー設定、コンテンツの設定情報
- その他エスビューア独自機能の設定情報

データ移行手順

1. 転出元の端末でエスビューアにログインし、本棚画面で「設定」→「データの移行」を押下する。



2. 専用サイトが開くので、「バックアップ」を押下すると、書き込み情報などが1ファイル



ルとなってダウンロードされる。

3. 転出先の端末でエスビューアにログインし、本棚画面で「設定」→「データの移行」を押下する。
4. 専用サイトが開くので、手順 2 でダウンロードしたファイルをアップロードする。

バックアップしたデータの復元

データを復元する端末で操作してください。
すでにデータがある場合、復元したデータに置き換えられます。

- 1 エスビューアにログイン中の場合、ログアウトし、ブラウザを再起動します。
※ブラウザの再起動の方法が分からない場合は、端末を再起動してください。
- 2 下の点線枠内にバックアップしたデータをドロップまたはファイルを選択します。

ここにファイルをドロップするか、
ボタンを押してファイルを選択してください。

ファイルの選択 ファイルが選択されていません
- 3 確認メッセージが表示されますので確認後、OKボタンを押します。

5. ブラウザを再起動しエスビューアにログインすると、書き込み情報が復元される。

④ライセンス管理（プロダクトキーによるライセンス発行）

エスビューアはすでに、個人アカウントに対してライセンスを付与する仕組みを有している。また、管理者（学校管理者）が一括でライセンス有効化・解除を行う機能も実装している。そこで本事業では、利用者（児童生徒など）がシリアルナンバー（要件定義書の「プロダクトキー」）を打鍵入力することで、自らライセンス有効化できる機能の開発を行った。また、手順をまとめた操作マニュアルを整備した。

開発内容

- 利用者自らがライセンス登録（ライセンスの有効化）するための、シリアルナンバー登録画面を新たに追加した。
- エスビューアの本棚画面に「ライセンス登録」ボタンを追加し、そのボタンを押下することでシリアルナンバー登録画面を呼び出せるようにした。

利用者によるライセンス有効化手順

1. エスビューアにログインし、本棚画面で「教材管理」→「ライセンス登録」を押下する。

2. シリアルナンバー登録画面がブラウザの別タブで開くので、自身のシリアルナンバー（要件定義書の「プロダクトキー」）を入力し、「シリアルナンバー確認へ」ボタンを押下する。
3. 確認画面が表示されるので、「利用登録する」ボタンを押下する。
4. ブラウザでエスビューアのタブに戻り、再読み込みのメッセージで「OK」を押下すると、有効化した教材が本棚に表示される。

⑤ シングルサインオン機能

本要件である

- ・ 主要アカウントサービス (GIGA スクール構想で導入された Microsoft 0365、Google Workspace、AppleID) とのシングルサインオンを可能とすること。

については実現済のため、新たな開発は行っていない。

⑥ 児童生徒のアクセシビリティ向上に関する各種機能

本要件で実現すべき機能は以下3点あり、

- ① コンテンツ拡大表示

②ナビメニュー（カスタムメニュー）

③しおり・ブックマーク機能

このうち①③は実現済であり、本事業では②ナビメニューについて、文部科学省が示す仕様に基づき開発を行った。

ナビメニューの仕様

- エスビューアにログインするとナビメニューが表示される。

（下図はアクセシビリティボタンを押下した状態）



- ナビメニューはマウスドラッグにより任意の位置に移動することができる。
- ナビメニュー右上の最小化ボタン（）を押下することにより、最小化することができる（赤枠）。



- ナビメニューの位置は記憶され、同一端末同一ブラウザであれば、次回利用時に記憶された位置で表示される。

(2) 非機能要件（性能に関する要件等）

①ビューアのコンテンツ表示時間

本要件については、機能要件①デジタル教科書ビューアの軽量化 として開発を行ったため前述のとおりであり、ここでの説明は割愛する。

具体的な表示時間などを検証した結果は、2. 開発改修されたデジタル教科書の実証 に記載。

2. 開発改修されたデジタル教科書の実証

(1) 実証校での効果検証

デジタル教科書を既に使用している中学校（1校）の教職員及び生徒に対して、ユーザビリティの観点で効果検証を行った。効果検証の手法は以下の通り。

- ・教職員へのヒアリング …本事業で実現を目指した機能等について説明・演示を行い、想定される効果等について意見を伺った。
- ・生徒へのアンケート …「①デジタル教科書ビューアの軽量化」「⑥児童生徒のアクセシビリティ向上に関する各種機能」を実現した「実証用」のデジタル教科書を提供し、一定期間（2023/2/13～2/27）利用してもらった後、アンケートに回答いただいた。

■教職員へのヒアリングについて

- ・対象者： 教職員（1名）
- ・実施日： 2023年2月14日（火）
- ・ヒアリングの内容・結果： 以下表の通り。

ヒアリング結果
【ヒアリング項目】-機能要件②-アカウント管理機能（ログインID・CSVファイルの統一） 【確認観点】 生徒用アカウント登録時に作成する登録用データ（CSVファイル）を全教科書ビューア（システム）で共通化する。共通化した場合、どの程度の登録作業の効率化が期待できるか。 【教職員からの意見】 ・複数教科で登録することを考えると、書式は統一した方が楽だと思う。 ・現状、当校での学習者用デジタル教科書活用は数学だけだったので、そこまで大きな問題はなかった。 【ヒアリング結果】 当該機能によって、教職員の業務負荷は、一定程度は軽減されると思われる。
【ヒアリング項目】-機能要件③-アカウント管理機能（引っ越し対応） 【確認観点】 ペンやマスク、しおり等の書き込み情報をファイルとして書き出し（エクスポート機能）、別の端末で読み込んだ時に書き込み情報を引き継げる（インポート機能）ようにする機能について、どの程度の利便性が期待できるか。※主な利用場面は、転入転出時。 【教職員からの意見】 ・学校側で実行するのではなく、希望する生徒が自由に実行できるようになると良い。 ・当校はBYODのため、当該機能を使用する場面は今までなかった。当校にとっては、そこまで優先度は高くないが、あると便利な機能だと思う。BYODではない学校には、当該機能は必須だと思う。 【ヒアリング結果】 実証校での使用場面は少ないようだが、当該機能の利便性は高いと感じられていた。
【ヒアリング項目】-機能要件④-ライセンス管理（プロダクトキーによるライセンス発行） 【確認観点】 現状、「デジタル教科書の利用権限付与」は、学校管理者が行うという仕組みになっているが、これを生徒自

ら行えるような仕組みを実現した場合、どの程度の登録作業の効率化が期待できるか。 （学校管理者から生徒へ、8～16桁程度の文字列（シリアルコード）を伝え、各利用者のエスビューアからその文字列を入力することでデジタル教科書が利用可能になる） 【教職員からの意見】 ・ 生徒に配布すること自体は負担には思わないが、シリアルコードが長く複雑であった場合、入力を間違える生徒や、登録方法に手間取る生徒がでてくることが想定される。 【ヒアリング結果】 当該機能により、教職員側の作業負担は多少軽減するが、生徒側で作業する際に教職員の指導が必要となり、総合的に見ると教職員の業務負担が増す可能性もあると感じられていた。
【ヒアリング項目】 -機能要件⑤-シングルサインオン機能 【確認観点】 「Microsoft 0365、Google Workspace、AppleID」のソーシャルアカウントを用いて「デジタル教科書」にログインできる仕組みについて、どの程度の登録作業の効率化が期待できるか。（エスビューアでは対応済み） 【教職員からの意見】 ・ 生徒は複数のアカウントを持っている。当該機能を使うことで生徒が管理するアカウントが減るため、生徒の混乱は避けられる。 【ヒアリング結果】 教職員および生徒にとって、当該機能の利便性は高いと感じられていた。
【ヒアリング項目】 -機能要件⑥-児童生徒のアクセシビリティ向上に関する各種機能 【確認観点】 「よく使う機能」をナビメニューとして1ヶ所にまとめた。このような機能について、どの程度の利便性が期待できるか。 【教職員からの意見】 ・ 当校ではエスビューア以外のビューアを使用しておらず、ナビメニューの必要性をあまり感じなかった。 【ヒアリング結果】 複数のビューアを使う機会がある教職員や生徒にとっては、ナビメニューがあると利便性が増すと感じられていた。
【ヒアリング項目】 -非機能要件①-ビューアのコンテンツ表示時間について 【確認観点】 これまで利用していた「デジタル教科書」と実証用「デジタル教科書」で、「本を開く」「ページをめくる」などの動作スピードに差を感じたか。 【教職員からの意見】 ・ これまでは5～6秒かかっていたが、それよりも早くなった。 ・ ただ、「ページをめくる」はあまり使わず、「目次」を使うことが多かった。 【ヒアリング結果】 改修によって、ビューアの処理速度は向上していると思われる。

【ヒアリング項目】-全体①-改修全体を通した所感

【教職員からの意見】

- ・ 教職員にとっては、「登録時の手間の軽減」が大きな課題となっていたため、今回の改修によって改善された部分があった。

■生徒へのアンケートについて

- ・ 対象者： 中学 1 年生（33 人）
- ・ 実証研究の実施期間： 2023 年 2 月 13 日（月）～24 日（金）
- ・ アンケート実施日： 2023 年 2 月 27 日（月）
- ・ アンケートの内容・結果： 以下表の通り。

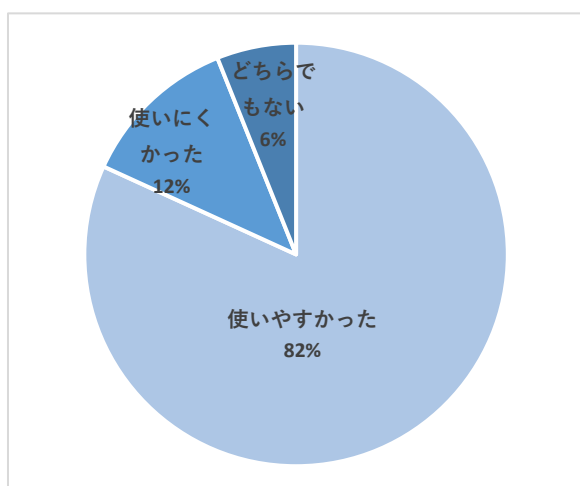
アンケート結果

【アンケート項目】-機能要件⑥-児童生徒のアクセシビリティ向上に関する各種機能

【アンケート内容】

ナビメニューは使いやすかったか。

【アンケート結果】



→約 8 割の生徒が、
「ナビメニューは使いやすかった」と回答。

■「使いやすかった」と答えた生徒のその理由（複数回答可能）

- ・「触ったらすぐに使えた」…13 人
- ・「普段よく使うツールが、一か所にまとまっていてわかりやすかった」…9 人
- ・「ペンや消しゴムなどの画像がわかりやすかった」…8 人

■特に「使いやすかった」ツール（複数回答可能）

- ・ ペン …16 人
- ・ ページ移動 …14 人
- ・ 消しゴム …8 人
- ・ リフロー機能 …5 人

■「使いにくかった」と答えた生徒のその理由（複数回答可能）

- ・「タッチ操作の反応が悪かった」…2 人
- ・「教科書紙面にナビメニューが被る」…2 人
- ・「書き込む際に手を置くと、ナビメニューが反応してしまう」…1 人
- ・「使い方がわからなかった」…1 人

■特に「使いにくかった」ツール（複数回答可能）

- ・ペン …6人
- ・ページ移動 …2人
- ・消しゴム …2人
- ・リフロー機能 …1人

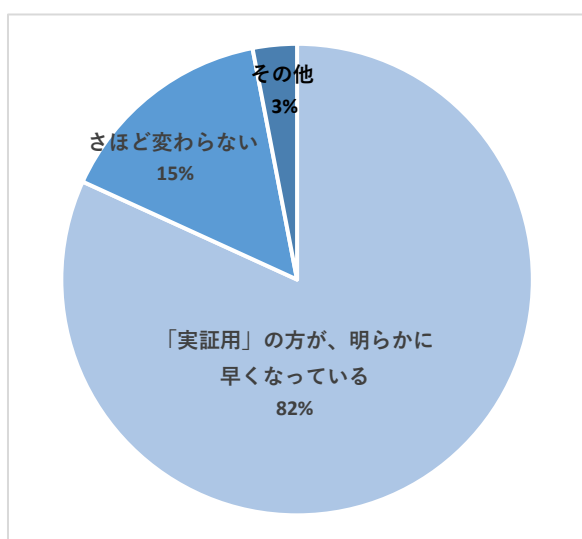
【アンケート項目】-非機能要件①-ビューアのコンテンツ表示時間について

【アンケート内容】

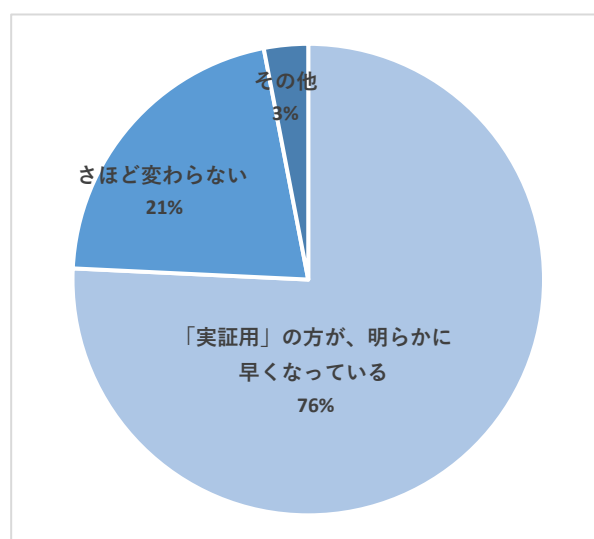
これまで利用していた「デジタル教科書」と比べて、実証用「デジタル教科書」では『本を開くまでの早さ』はどう変わっていたか。

【アンケート結果】

▼本棚画面の書籍をタップして、
書籍の画面が開くまでの早さについて



▼書籍の画面から一度本棚画面に戻り、
もう一度書籍の画面を開く時の早さについて

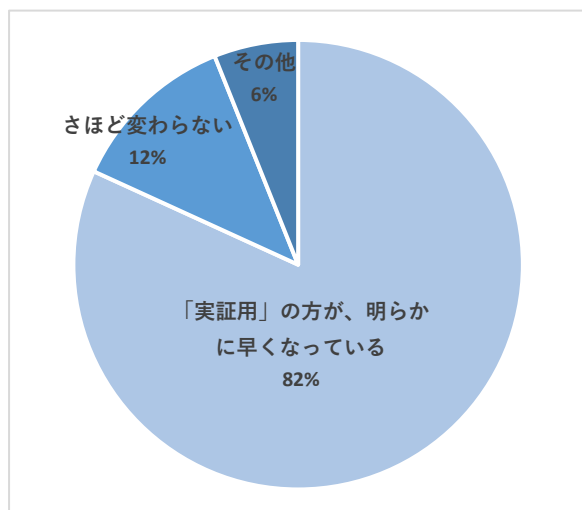


→どちらも約8割の生徒が改修後のビューアの方が早くなっていると回答。

【アンケート内容】

これまで利用していた「デジタル教科書」と比べて、実証用「デジタル教科書」では『ページをめくる時の早さ』はどう変わっていたか。

【アンケート結果】



→約8割の生徒が改修後のビューアの方が早くなっていると回答

【アンケート項目】-全体①-改修全体を通した所感

【アンケート結果】

- ・すぐに教科書が開けるので、使いやすかった。
- ・反応が早く使いやすそうだった。
- ・ページをめくる時も、早くめくれるので楽だった。
- ・(ナビメニューを使用したら、) すぐに書き込みができよかった。
- ・白黒と変える事が出来るのでとても使いやすかった。

(2) 社内での効果検証

要件定義書では、

- ・各学校のネットワーク負荷を軽減させるため、データ通信量を縮減する機能を実装すること。

とあり、さらに「非機能要件（性能に関する要件等）」として

- ・指標とする通信帯域（2Mbps 程度を目安）、各学校で導入されている GIGA スクール標準仕様の端末（Windows OS、Chrome OS、iPad OS）を利用する環境下においても利用者がストレスなく利用できるように最適化すること。
- ・操作時間を除き、本棚から教科書紙面を開くまでに要する時間を 10 秒以内で実現すること。
- ・ページめくりに要する時間を 5 秒以内で実現すること。なお、ページ先読み機能等が実装されている場合は、キャッシュされていない状態で測定を行うこと。

とある。

以下の GIGA スクール標準仕様端末を通信帯域 2 Mbps で測定を行った。

端末	機種名	OS	ブラウザ
Windows	Surface Go2	Windows10 Home	Chrome
Chromebook	IdeaPad Duet	ChromeOS 107.0.5304.110	Chrome
iPad	iPad 第6世代	iPadOS 16.1.1 (20B101)	Safari

測定結果は以下の通りであり、非機能要件の基準時間を下回っている。

計測項目	非機能要件		Windows	Chromebook	iPad
本棚から教科書紙面を開く までに要する時間	10 秒以内	改修前	6～7 秒	6～8 秒	3～4 秒
		改修後	5～6 秒	4～5 秒	3～4 秒
ページめくり に要する時間	5 秒以内	改修前	7～8 秒	5～6 秒	7～14 秒
		改修後	3 秒	1～2 秒	3～5 秒

※OS によって時間に差があるのは、端末のスペックによるものと考えられる

3. 事業の推進

- ・ 本事業は、「デジタルコンテンツとしてのデジタル教科書の配信基盤の整備事業」委託要項（令和4年2月22日初等中等教育局長決定）における、「(6)「デジタル教科書の配信基盤の整備に関する総括事業」の総括の下で連携・共有等を行う事業であったため、事業の実施に当たっては、特に当該事業との連携等を図りながら推進した。
- ・ 事業の進捗状況を総括事業受託事業者に対して、週次で報告を行った。

以上

令和 5 年 3 月 30 日

デジタルコンテンツとしてのデジタル教科書の配信基盤の整備事業
「要件定義されたデジタル教科書・配信方法の開発、実証研究事業」
成果報告書

受託事業者名	富士ソフト株式会社
--------	-----------

1. 事業の目的

本実証研究事業は、デジタル教科書の標準仕様を検討するために、要件定義されたデジタル教科書ビューアを開発改修し、機能要件や非機能要件、実用性についての効果検証を行う実証研究である。

2. 事業の内容

(1) 具体的内容

デジタル教科書の標準仕様を検討するために、要件定義されたデジタル教科書ビューアを開発改修し、実証研究を行った。

実証の具体的内容については以下の通りである。

- 1 要件定義されたデジタル教科書・配信方法の開発
- 2 開発改修されたデジタル教科書の実証
- 3 事業の推進

この内容に基づき、弊社開発のデジタル教科書共通基盤『みらいスクールプラットフォーム』（以下、みらスク PF）について、開発改修を実施した。

それぞれ、項目別に次ページ以降に内容を記載する。

1 要件定義されたデジタル教科書・配信方法の開発

本事業で提示されている要件に基づき、みらスク PF のビューア機能及び配信システム部について開発改修を行った。

また、今回行った改修については、改修結果に応じて単体テスト、結合テスト等のビューア品質を担保するテストを実施した。

○機能に関する要件

1. デジタル教科書ビューアの軽量化

デジタル教科書のビューアについては、各学校のネットワーク負荷を軽減させるため、以下の通り、要件が提示されている。

(1) デジタル教科書のビューアの配信基盤側等の最適化

ビューア機能のレスポンス速度を向上させるため、バックエンド側のネットワーク・バックエンド・レンダリング処理等を高速化すること。

(2) デジタル教科書の画面表示の軽量化

デジタル教科書の紙面については、画像転送方式を採用している場合においては、通信量を削減させるため次世代フォーマットでの画像圧縮や、画像のサイズ(表示ピクセル数)等を最適化する機能を実装すること。また、単元単位などの一括読み込みはネットワーク帯域に影響が大きいいため、見開きページ単位で読み込み、遅延読み込みで前後ページを読む仕組みなど、ネットワーク帯域に余裕がない学校等でも円滑に利用できるように機能を実装すること。

(3) 画像および動画(デジタル教材)の読み込み

デジタル教科書の紙面を読み取る際に、拡大可能な画像ファイルや動画(デジタル教材)についても同時に読み込んでしまうことで通信量が増加することを避けるために、拡大可能な画像については、利用者が該当する画像を押下する等で拡大画像をダウンロードし表示する方式とすること。また、動画(デジタル教材)については、利用者が再生ボタン等を押下することをトリガーにし、読み込みを行うこと。

上記内容について、現行のみらスク PF では既に要件を満たしているため、本事業においては特段改修を行うことはせず、検証環境を用意して実測を行うのみとした。

(検証に関しては、「○非機能要件(性能に関する要件) 1. ビューアのコンテンツ表示時間について」の項に記載)

2. アカウント管理機能(ログイン ID・CSV ファイルの統一)

デジタル教科書のアカウントについて、ログイン ID をクラウドサービスにログインする ID (0365、Google、AppleID) と同一にすることを基本とし、統一した CSV ファイルでアカウント登録ができる機能を実装した。

具体的に提示されている要件は以下の通りとなる。

(1) 新規アカウント登録時

新規にアカウントを登録する場合は、以下の CSV ファイルの必須項目 (SSO 用 ID、利用者区分、入学年西暦) のみで登録できること。

(2) ユーザーID

利用者(児童生徒・教師)がログイン時に使用するユーザーID は、原則 SSO を使用するため、登録する必要は無いが、SSO を使用できない等の事情によりユーザーID を登録する場合は、SSO 用 ID と同一とすること。なお、既存のユーザーID との整合性をきたす場合については、任意の文字列の入力も可とする。SSO でログインができない場合は、ユーザーID と指定されたパスワードでログインが可能とし、パスワードについては利用者が任意に変更できる仕組みおよび管理者が代理で変更可能な機能を実現すること。

(3) CSV ファイルによる一括取り込み

各学校が容易に登録可能となる仕組みを実現し、統一されたフォーマットで定義された CSV ファイルを一括で取り込み可能とすること。

(4) CSV ファイルの項目

CSV ファイルで定義される項目として以下は必須の項目とする

- ・SSO 用 ID(sso_id)・・・GIGA スクール端末の活用にあたって各自治体において用意したクラウドサービスにログインするための児童生徒用アカウントの ID (0365、Google、AppleID) と同一とする。

- ・利用者区分(user_type)・・・1 は学習者(児童生徒)、2 指導者(先生)。

- ・入学年西暦(admission_year)・・・半角英数字 4 桁で西暦を登録

- ・(任意標準項目)ユーザーID(user_id)・・・原則的にログイン ID と同様とするが、既存ユーザーID との整合性に支障をきたす場合については、任意の文字列を入力する。

- ・(任意標準項目)表示名(nickname)・・・ニックネームを指定する場合は任意指定する。

- ・(各社独自項目)パスワード(○○_password)・・・SSO を利用しない場合に使用する各社の初期パスワード

※詳細については、別添 1・2 のとおりのため参照すること。

※上記については必須項目となり、教科書会社が別途指定する項目等があれば、入力方法等をマニュアル等で準備し、CSV 作成時に容易に作成できるように支援する。

上記内容のうち、(2)ユーザーID の「ユーザーID を登録する場合は、SSO 用 ID と同一とすること」という要件について、現行のみらスク PF ではユーザーID として登録可能な文字種の制限により使用できない文字があるため、登録可能な文字種を増やして実現可能なように改修を行った。ユーザーID として利用可能な文字種について、具体的には、SSO 対象の主要アカウントサービス (Google/Microsoft/Apple) のそれぞれのアカウント命名規則に基づき、以下の文字種とする。

半角数字 (0～9)

半角英字 (a～z、A～Z)

半角記号 (ピリオド[.]、プラス[+]、ハイフン[-]、アットマーク[@]、アンダースコア[_])

なお、半角英字の小文字大文字は区別をしないものとする（abcdefg／AbCdEfG／ABCDEFG はすべて同じアカウントとみなす）。

また、ユーザーが自らパスワードを任意に変更できる機能を追加した。

本項について、これ以外の要件は現行仕様で既に満たしているため、特に改修は行わない。

【要件】 各種 SSO 用 ID のアカウントと同一のユーザ ID を利用可能とする（利用可能文字種の
見直し）

利用可能文字種を変更する

現行：半角英数字のみ

修正：半角英数字+記号

(ピリオド[.] プラス[+] ハイフン[-] アットマーク[@] アンダースコア[_])

【要件】 ユーザ自身でパスワードを変更可能とする。

本棚画面にパスワード変更ボタンを追加
みらスクアカウントでログインしている場合のみ表示し、
SSOでログインしている場合は非表示とする
(※変更可能なパスワードはみらスクアカウントのパスワードのみ)

3. アカウント管理機能(引越し対応)

アカウント管理機能(引越し対応)については、紙の教科書と同様に転入先においても同一の教科書が採択されている場合は、児童生徒の書き込みを継続して利用することが可能となるよう、以下に記載する要件を実現する。

具体的に提示されている要件は以下の通りとなる。

(1) 転出元での機能

転出元では、児童生徒もしくは教職員が操作することで、児童生徒がデジタル教科書で作成したデータ(紙面上で書き込みを行った内容)を、転出先にデータを移行できること。

転出先へのデータ移行方法については、データを端末内等に保存することにより移行できること。

操作に必要なとなる転出元での移行マニュアルを整備し提供すること。

(2) 転出先での機能

転出先では、転出元で処理された移行データを児童生徒もしくは教職員が操作することで、児童生徒が転出元で作成したデータ(紙面上で書き込みを行った内容)を、転出先で取り込むことができること。

操作に必要なとなる転出先での移行マニュアルを整備し提供すること。

上記内容について、現行のみらスク PF では「SSO 用アカウント（メールアドレス）」が既に他のユーザー（他の学校のユーザーも含む）で使用されていた場合、重複して登録することができない仕様となっていた。例えば、同じ自治体の小学校から中学校に進学した児童生徒は自治体から配布されたメールアドレスを使い続けることになるが、中学校でそのメールアドレスのユーザーを登録しようとしてもエラーとなってしまう、不便を強いていた。今回の改修において、重複しても登録可能（後勝ちの上書き更新）とした。

その他は、現行のみらスク PF で既に要件を満たしているため、本事業においては特段改修を行うことはせず、マニュアルの整備のみとした。

【要件】SSO 用アカウントの重複登録を可能とする

学校管理 FSI立GIGAテスト小学校

ユーザー情報編集

メニューページ・ユーザー情報管理・ユーザー情報編集

現行のみらスクPFでは「SSO用アカウント（メールアドレス）」が既に他のユーザー（他の学校のユーザーも含む）で使用されていた場合、重複して登録することができない仕様となっていた。

今回の改修において、重複しても登録可能（後勝ちの上書き更新）とした。

利用区分	文字列
SSO用アカウント (任意)	sample01@xxxx.ac.jp

※シングルサインオン機能をご利用の場合のみ、GoogleまたはMicrosoftのアカウント（メールアドレス）を入力してください
※半角英数、及び、記号（@, _） 256文字まで

4. ライセンス管理（プロダクトキーによるライセンス発行）

アカウント管理機能(ライセンス関連)については、紙の教科書と同様に供給することが可能となるよう、以下に記載する要件を実現した。

具体的に提示されている要件は以下の通りとなる。

(1) ライセンス発行

各学校からの依頼に基づき、必要となるライセンスを発行し、管理できること。

(2) ライセンスの利用権限付与

発行されたライセンスは、管理者(学校管理者)による一括での利用権限の付与・解除ができること。加えて、発行されたライセンスは、プロダクトキーやクーポンなど、管理者および利用者が打鍵することで入力し有効化が可能な方式で配布できる仕組みを実装すること。電子的な有効化を実施可能な場合はこの限りではない。

(3) ライセンスの不正利用防止

ライセンスの不正利用や許諾されていない利用者が有効化できない仕組みを実装すること。

(4) 管理者による一括処理

管理者が容易に一括に利用権限の付与・解除が可能となる仕組みを実現すること。

(5) 操作マニュアル

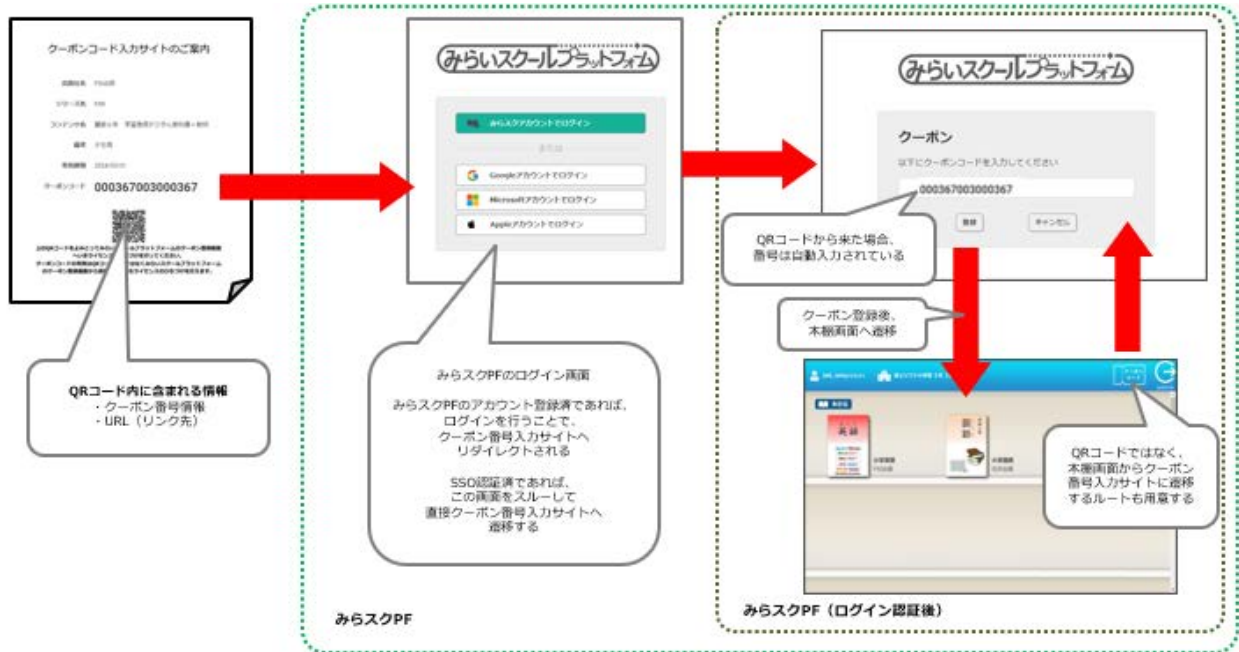
ライセンス登録に関わる管理者および利用者の操作マニュアルを作成し、管理者および利用者が容易に操作できることを実現すること。

(6) 協議

プロダクトキーやクーポンなどを利用者が打鍵する画面については、別途文部科学省と協議の上決定するものとする。

上記内容のうち、(2) ライセンスの利用権限付与の「発行されたライセンスは、プロダクトキーやクーポンなど、管理者および利用者が打鍵することで入力し有効化が可能な方式で配布できる仕組みを実装すること」という要件について、現行のみらスク PF ではそのような機能がないため、要件に沿って改修を行った。その他については既に実装済のため、今回特別な改修は行わない。(5) 操作マニュアルについては、管理者や利用者が操作に戸惑うことがないように、既存のものをベースに今回の改修点を反映して製作した。

【要件】クーポン入力によるライセンス紐づけ処理



5. シングルサインオン

利用者にとって操作性・利便性向上のため、児童生徒は学校で利用するユーザーID・パスワードで関連する複数の web サービス、アプリケーションのログインが可能となるシングルサインオン機能を実装した。

具体的に提示されている要件は以下の通りとなる。

主要アカウントサービス (GIGA スクール構想で導入された Microsoft 0365、GoogleWorkspace、AppleID) とのシングルサインオンを可能とすること。

上記内容のうち、みらスク PF では、AppleID とのシングルサインオンが未実装のため、これに対応するよう改修を行った。

【要件】 AppleID による SSO ログインを可能とする



6. 児童生徒のアクセシビリティ向上に関する各種機能

特別な配慮を必要とする児童生徒であっても滞りなくデジタル教科書を利用できるよう、実利用をサポートする各種機能を実装した。

具体的に提示されている要件は以下の通りとなる。

(1) コンテンツ拡大表示

表示されているコンテンツの拡大縮小は、ボタン押下による拡大、縮小に加えタッチパネルへのピンチイン、ピンチアウトでできること。

拡大、縮小時においても書き込み機能が利用できること。

(2) カスタムメニュー

文部科学省が示す統一のメニューを構築すること。

本メニューへ載せるアイコンの種類や順番については、別途文部科学省と協議の上、決定したもので統一すること。

本メニューは、利用者の利便性を鑑みて、シンプルなものにすること。

本メニューは利用者の任意で画面上に追加・削除することができること。

本メニューの詳細については、別途文部科学省と協議の上決定すること。

(3) しおり・ブックマーク機能

任意のページをしおりやブックマークに追加できること。

追加したしおりやブックマークは「しおりブックマーク一覧」から確認できること。

「しおり・ブックマーク一覧」から追加したしおり、ブックマークを押下することでしおり・ブックマークしたページへ遷移できること。

上記内容のうち、(1) コンテンツ拡大表示機能は現行仕様のみらスク PF で実装済だが、(2) カスタムメニュー、および、(3) しおり・ブックマーク機能については未実装のため、これに対応するよう改修を行った。

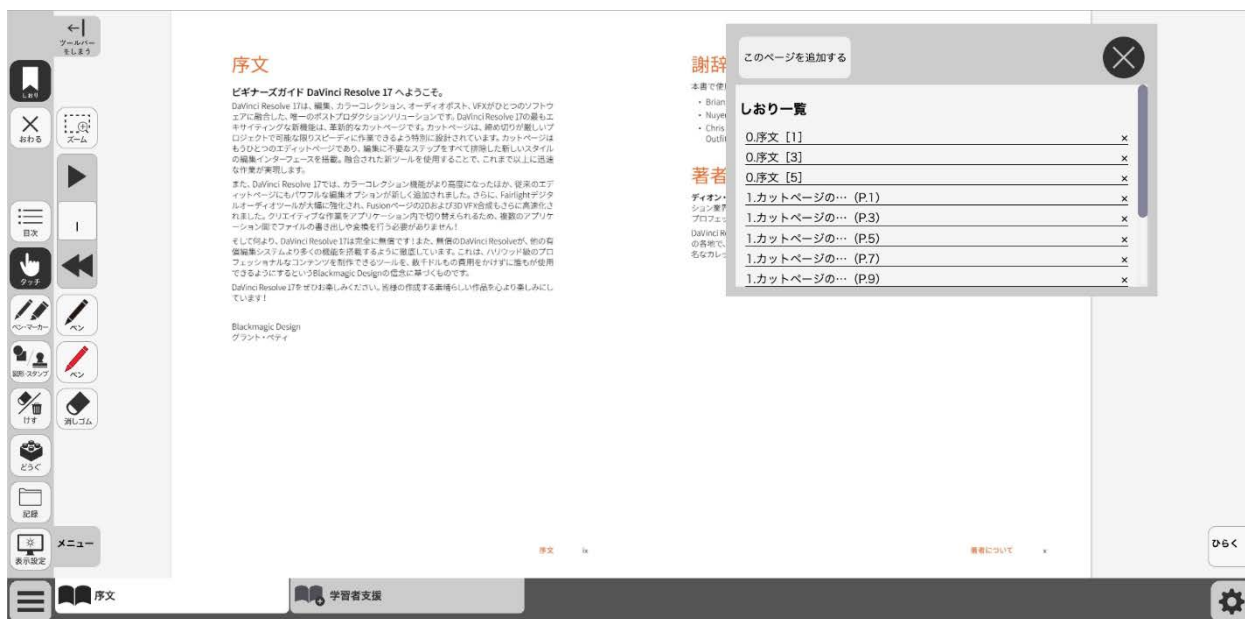
【要件】教科書紙面上にフローティングで全ビューア共通のメニューを表示する

【仕様】

- ①ペンモードに切り替える。
- ②消しゴムモードに切り替える。
- ③前のページへ移動する。
- ④後のページへ移動する。
- ⑤ふりがな、白黒反転、リフロー（⑥、⑦、⑧）のサブメニューを表示する。
- ⑥ふりがなの設定画面を表示する。
- ⑦白黒反転の設定画面を表示する。
- ⑧リフロー（学習者支援画面）へ遷移する。
- ⑨ナビメニューを最小化する。
- ⑩ナビメニューは紙面上をドラッグで移動可能。



【要件】 現在ページにしおりを作成し、しおり一覧から該当ページへのリンクができるようにする



○非機能要件（性能に関する要件）

1. ビューアのコンテンツ表示時間について

以下に記載する性能面での要件を満たすべく、性能試験を実施した。

デジタル教科書ビューアについては、指標とする通信帯域(2Mbps 程度を目安)、各学校で導入されている GIGA スクール標準仕様の端末(WindowsOS、ChromeOS、iPadOS)を利用する環境下においても利用者がストレスなく利用できるように最適化すること。

表示時間の計測については 2MB のコンテンツファイルを利用し、デジタル教科書ビューアのレンダリングエンジン等により、端末側でダウンロードされるデータ容量を圧縮したり、ビューア側で読み込めるファイルフォーマット等を指定することで、コンテンツファイルの圧縮を求めたりするなどの対応を行い、指定された秒数以内に画面表示が完了できること。(画面表示の完了条件としては、デジタル教科書が画面上に表示され、利用者が操作可能となった状態を指す。)

なお、表示に要する基準時間は以下の通りとし、検証環境については上記の前提条件を満たす検証環境下での計測とする。

デジタル教科書の本棚からの教科書へのアクセスに要する時間

操作時間を除き、本棚から教科書紙面を開くまでに要する時間を 10 秒以内で実現すること。もしくは現在の表示時間から 85%での表示を実現すること。

ページめくりに要する時間

ページめくりに要する時間を 5 秒以内で実現すること。もしくは現在の表示時間から 85%での表示を実現すること。なお、ページ先読み機能等が実装されている場合は、キャッシュされていない状態で測定を行うこと。

上記内容について、弊社内に検証環境を構築し、条件を整え、実測を行い、要件を満たしていることを確認した。

使用機材

① WindowsPC(Dynabook ノートPC)

CPU : 12th Gen Intel® Core(TM)
i7-1255U 1.70GHz
メモリ : 16.0GB
OSバージョン : Windows11

③ ChromeBook

CPU : Intel(R) Core(TM) i5-10210U CPU
@1.60GHz
メモリ : 8.0GB
OSバージョン : 109.0.5414.125 (64ビット)

② iPad(iPad Air 2)

CPU : 64ビットアーキテクチャ搭載A8Xチップ
M8モーションコプロセッサ"
メモリ : 16.0GB
OSバージョン : ios 14.7.1

④ Wi-fi機器（帯域制限機能付き）

5GHz
SSID:RT-AC68U_5G
通常時のMbps値 : 80Mbps程度
制限時のMbps値 : 2Mbps程度

計測結果 ①デジタル教科書へのアクセスに要する時間

計測対象) 本棚画面にログインし教科書を選択し、表紙を開き、教科書の中身のページを開き終えるまでの処理時間
(ユーザーによる紙面上の操作が可能になるまで)

目標値=10秒以内

試験パターン) パターンA= 2ページ、総紙面画像ファイルサイズ= 2.09MB (要件に記載のコンテンツサイズ)
パターンB=28ページ、総紙面画像ファイルサイズ=10.11MB (参考値)

計測環境) 通信帯域を2Mbpsに絞り、実測

機器	パターン	Min	Max	Ave	結果
Windows PC	パターンA	1.93秒	2.29秒	2.09秒	合格
	パターンB	2.36秒	2.74秒	2.51秒	合格
iPad	パターンA	2.67秒	3.08秒	2.84秒	合格
	パターンB	2.75秒	3.43秒	3.06秒	合格
ChromeBook	パターンA	1.81秒	1.87秒	1.84秒	合格
	パターンB	2.01秒	2.63秒	2.23秒	合格

計測結果 ②ページめくりに要する時間

計測対象) 教科書を開いている状態で次のページを開き終えるまでの処理時間 (キャッシュクリアして測定を行う)

目標値=5秒以内

計測環境) 通信帯域を2Mbpsに絞り、実測

機器	パターン	Min	Max	Ave	結果
Windows PC	パターンα	1.52秒	2.05秒	1.80秒	合格
iPad	パターンα	1.77秒	2.33秒	2.02秒	合格
ChromeBook	パターンα	1.01秒	1.87秒	1.55秒	合格

②開発改修されたデジタル教科書の実証

デジタル教科書を既に使用している学校の教職員及び児童生徒に対して、ユーザビリティの観点で、ヒアリングおよびアンケート形式によって、効果検証を行った。結果は、以下のとおり。

【アンケート結果】

#1 ユーザー情報登録

- ・統一の csv ファイルで登録できるようになることは率直にありがたい。

#2 シングルサインオン機能

- ・3社全ての ID で SSO できるようになるので、利便性が向上すると考えられる。

#3 ユーザー自身によるライセンスの紐付け

- ・ライセンス付与の選択肢が増えることはいいことだが、実際に子供にやらせることが良いものであるかどうかについては、検討する必要がある。

#4 ナビメニュー・しおり機能

- ・ナビメニューについて、書き込みを行っている近くにボタンを配置することができるため、ペンモード、消しゴムモードの切り替えやすくなり、操作性が向上した。
- ・しおり機能について、ページリンクを自分で保存できるのはよい。

#5 アカウント管理機能（引っ越し対応）

- ・あれば助かる機能である。

③事業の推進

本事業は委託要項(6)「デジタル教科書の配信基盤の整備に関する総括事業」の総括の下で、連携・共有等を行う事業であるため、事業の実施に当たっては、特に当該事業との連携等を図り進めていった。

事業の進捗状況については、週次で報告を行った（週次の報告内容については、別途提出済）。

デジタルコンテンツとしてのデジタル教科書の配信基盤の整備事業 「要件定義されたデジタル教科書・配信方法の開発、実証研究事業」 成果報告書

受託事業者名	光村図書出版株式会社
--------	------------

0. はじめに

本実証研究事業は、デジタル教科書の標準仕様を検討するために、要件定義されたデジタル教科書ビューアを開発改修し、機能要件や非機能要件、実用性についての効果検証を行う実証研究である。

1. 要件定義されたデジタル教科書・配信方法の開発

(1) 機能に関する要件

① デジタル教科書ビューアの軽量化

既存のビューアに実装されている、紙面画像ファイルのロード処理及び JS ファイルのロード処理の改修を行った。

I. デジタル教科書のビューアの配信基盤側等の最適化

- ・ JS ファイルを分割するよう改修

II. デジタル教科書の画面表示の軽量化

- ・ 次世代フォーマットをロードするよう改修

② アカウント管理機能(ログイン ID・CSV ファイルの統一)

- ・ 学校向けシステムで以下の機能改修を行った。
 - ・ 統一化された CSV フォーマットでユーザー登録できるよう改修

<操作例>

ステップ① ユーザー情報の作成、更新、削除

1. ログイン



新しいタブ
← → 1 Google で検索するか、URL を入力してください
URLを入力
https://manaviewer.jp/userlicense



2
学校ID
管理者ログインID
管理者ログインパスワード
ログインする
お知らせ
ライセンス管理システムへのログインは管理者ログインIDで行ってください。設定作業は、Windows11、Windows10のパソコン、またはChromebookで行ってください。

1 ライセンス証明書に記載の管理者アクセスURLにアクセスする。



管理者アクセスURL

2 ライセンス証明書に記載の学校ID、管理者ログインID、管理者ログインパスワードを入力し、「ログインする」をクリックする。



学校ID、管理者ログインID、
管理者ログインパスワード

Point
パスワードを10回連続で間違えた場合、アカウントがロックされます。
アカウントがロックされた場合は教科書会社へお問い合わせください。

ステップ① ユーザー情報の作成、更新、削除

2. ユーザー削除(初回登録の方はこの手順は不要です)①

1 「①ユーザー情報の作成、変更、削除」をクリックする。

2 「統一フォーマット表示」をクリックして表示を切り替える。

Point

初期表示は「まなびゅうフォーマット表示」です。表示を切り替えると、ログアウトするまでは切り替えた表示になります。

3 「ユーザー検索を表示」をクリックする。

ステップ① ユーザー情報の作成、更新、削除

2. ユーザー削除(初回登録の方はこの手順は不要です)②

4 削除したいユーザーの検索条件を設定し、「検索する」をクリックする。

Point

卒業生や転出された児童・生徒、先生など、在籍していないユーザーを削除してください。

5 削除するユーザーを選択する。

6 「選択して削除」をクリックする。画面に従って「OK」をクリックすることで、ユーザー情報の削除は完了です。

注意

ユーザーの成果物(書き込み等)も削除されます。

Point

卒業生を一括して削除したい場合は、入学年度で絞り込んで検索して「全て選択」をして削除してください。※一度に1,000ユーザーまでの一括削除が可能です。

ステップ① ユーザー情報の作成、更新、削除

3. ユーザー登録用CSVのひな型をダウンロード (統一フォーマット)

1 学校管理者メニュー画面で、「①ユーザー情報の作成、変更、削除」をクリックする。

2 「統一フォーマットひな型CSVをダウンロード」をクリックしてダウンロードする。

3 「統一フォーマット表示」をクリックして表示を切り替える。

Point

初期表示は「まなビューフォーマット表示」です。表示を切り替えると、ログアウトするまでは切り替えた表示になります。

ステップ① ユーザー情報の作成、更新、削除

4. ユーザー登録用CSVの編集① (統一フォーマット)

CSVファイル(完成後のイメージ)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	sso_id	user_type	admission_year	user_id	nickname	Le_password	Ma_password	ML_password	Ch_password	Sw_password
2	student01@gmail.com	1	2022	student01	生徒 0 1			1234567		
3	student02@gmail.com	1	2022	student02	生徒 0 2			1234567		
4	teacher01@gmail.com	1	2022	teacher01	先生 0 1			1234567		
5	teacher02@gmail.com	1	2022	teacher02	先生 0 2			1234567		

CSVファイルの上限は1ファイルにつき
新規登録時も更新、追加時も1,000ユーザーまでになります。

【設定値のルール】 文字コード:UTF-8

項目	和名	必須/任意	文字数	備考
sso_id	SSO用ID	必須※	~256	SSO用ID登録後の変更はできません。 Gmailアドレス、Microsoftアカウント、AppleIDのいずれかを設定して下さい。 ※ SSOを行わず、ユーザーIDとパスワードでログインする場合は必須ではありません。 ※ SSOを行う場合、ここでの登録の他に、端末等に管理者による設定や登録が必要な場合がありますので、ご注意ください。(ユーザーIDとパスワードを登録していれば、SSOできない時もユーザーIDとパスワードでログインすることができます。)
user_type	利用者区分	必須	1	右記[]内のいずれかを設定してください。[1:児童・生徒, 2:先生]
admission_year	入学年西暦	必須※	4	※ ユーザーが児童・生徒の場合は必須となります。 先生も担任する児童・生徒と同じ入学年度で登録すると、教材ライセンスの割り当てを簡便に行えます。 ※ 数字のみ記載してください。(2023年度の場合は2023と記載してください。)
user_id	ユーザーID	任意※	7~64	ユーザーIDとパスワードでログインする場合に設定して下さい。 (ユーザーIDとパスワードを登録していれば、SSOできない時もユーザーIDとパスワードでログインすることができます。) ※ SSO用IDを設定しない場合は必須です。 ※ 空欄の場合は、SSO用IDと同じ値がユーザーIDに登録されます。 ※ 半角英小文字、半角数字を使用できます。(半角英小文字、半角数字を組み合わせることは必須ではありません。)
nickname	表示名	任意	~64	デジタル教科書・教材の使用時に画面に表示されます。

1 ユーザー登録用CSVのひな型ファイルをExcelまたはメモ帳等で開く。

※Excelで開いた場合、頭の0が欠落する場合がありますのでご注意ください。

2 デジタル教科書・教材を使用するユーザー(児童・生徒、先生)の情報を【設定値のルール】を参考に、CSV形式で記載して保存してください。
※1行目はヘッダー情報です。(編集、削除しないでください。)2行目から記載してください。

ステップ① ユーザー情報の作成、更新、削除

4. ユーザー登録用CSVの編集② (統一フォーマット)

項目	和名	必須/任意	文字数	備考
<u>Le password</u>				まなビューア未使用項目 (まなビューア以外のデジタル教科書・教材用のパスワードの項目です。項目に記載されていてもエラーにはなりません、登録されません。)
<u>Ma password</u>	パスワード	任意※	7～64	ユーザーIDとパスワードでログインする場合に設定して下さい。 ※ SSO用IDを設定しない場合は必須です。 半角英字、数字、記号を使用できます。(英数字、記号を組み合わせることは必須ではありません。)
<u>Mi password</u>				まなビューア未使用項目 (まなビューア以外のデジタル教科書・教材用のパスワードの項目です。項目に記載されていてもエラーにはなりません、登録されません。)
<u>Ch password</u>				まなビューア未使用項目 (まなビューア以外のデジタル教科書・教材用のパスワードの項目です。項目に記載されていてもエラーにはなりません、登録されません。)
<u>Sv password</u>				まなビューア未使用項目 (まなビューア以外のデジタル教科書・教材用のパスワードの項目です。項目に記載されていてもエラーにはなりません、登録されません。)

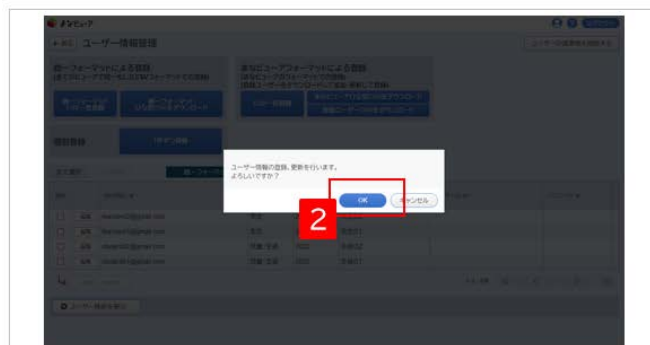
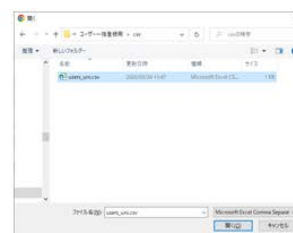
- ◆空行を入れるとCSVの登録ができないので、空行を入れないようお願い致します。
- ◆このCSVで登録した情報は、ログインの管理、ユーザーIDにひもづいた成果物(書き込み等)の管理に使用します。
- ◆ライセンス証明書に記載されている「管理者ログインID」「管理者ログインパスワード」は登録しないよう、ご注意ください。

ステップ① ユーザー情報の作成、更新、削除

5. ユーザー登録用CSVのアップロード① (統一フォーマット)



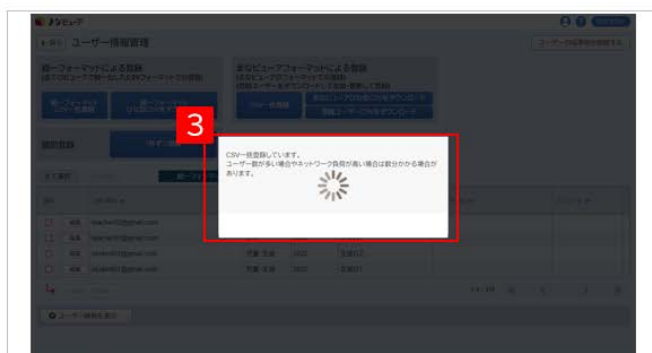
- 1 「統一フォーマットCSV一括登録」をクリックし、表示されたダイアログからユーザー登録用のCSVファイルを選択する。



- 2 ダイアログが表示されるので、「OK」をクリックする。

ステップ① ユーザー情報の作成、更新、削除

5. ユーザー登録用CSVのアップロード②（統一フォーマット）



- 3 「CSV一括登録しています。ユーザー数が多い場合やネットワーク負荷が高い場合は数分かかる場合があります。」が表示されるので、しばらくお待ちください。
※F5ボタンで画面更新やブラウザを閉じたりせずにお待ちください。



- 4 「ユーザー情報一括登録が正常に終了しました。」が表示されたらステップ①は完了です。

- 5 「デジタル教科書・教材ライセンスを割り当てる」をクリックしてステップ②へ進んでください。（ステップ②の手順は、P.25参照）

ステップ① ユーザー情報の作成、更新、削除

5. ユーザー登録用CSVのアップロード③-1 エラーメッセージが表示された場合の対処方法（統一フォーマット）

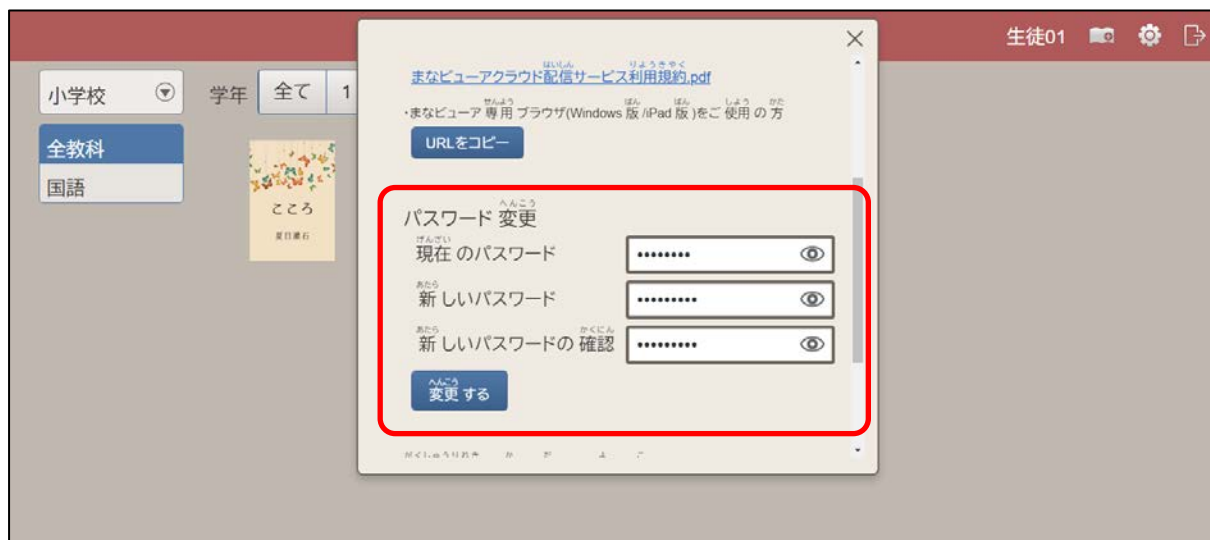
No	エラーメッセージ	対処方法
1	CSVファイルの取込みに失敗しました。X行目 Y列目	CSVファイルを開き、該当箇所の値を「ユーザー登録用CSVファイルの編集」(P.8)を参考に正しい値に修正してください。
2	重複しているuser idがありました。X行目 Y列目	CSVファイルを開き、表示されている行のuser idをそれより前のuser idと重複しない値に変更してください。 ※大文字小文字違いのuser idも登録できません。
3	重複しているsso idアドレスがありました。X行目 Y列目	表示されている行のsso idが、それより前のsso idと重複しています。 CSVファイルを開き、正しい値に修正してください。
4	空行が含まれています。X行目	CSVファイルを開き、空行を削除してください。
5	1行目の見出し行の情報が不正です。	もう一度ひな型CSVファイルをダウンロードしてください。 ダウンロードしたひな型CSVファイルの1行目を参考に、エラーが発生したCSVファイルの1行目を記載してください。
6	CSVファイルを選択してください。	CSV形式以外のファイル(PDFファイル等)が選択された際に表示されるエラーとなります。 もう一度編集したCSVファイルを選択し、アップロードしてください。
7	登録するユーザーが存在しません。	CSVファイルを開き、登録するユーザーを1人以上記載してください。
8	他のユーザーが操作中のためユーザー情報の一括登録・削除は行えません。	学校内でCSV一括登録やユーザーの削除を同時に実施した場合に表示されるエラーとなります。 他の管理者がCSV一括登録やユーザーの削除を実施していないことを確認し、再度行ってください。
9	管理者ログインIDと同一のuser idは登録できません。X行目 Y列目	CSVファイルを開き、表示されている行のuser idを管理者ログインIDと重複しない値に変更してください。 ※管理者ログインIDと大文字小文字違いのuser idも登録できません。
10	管理者ログインIDと同一のsso idは登録できません。X行目 Y列目	CSVファイルを開き、表示されている行のsso idを管理者ログインIDと重複しない値に変更してください。 ※管理者ログインIDと大文字小文字違いのsso idも登録できません。
11	必須項目を入力してください。X行目 Y列目	必須項目が未入力です。 CSVファイルを開き、該当箇所の値を記載してください。
12	sso idは256文字以内で入力して下さい。X行目 Y列目	CSVファイルを開き、sso idの文字数が256文字以内になるように変更してください。
13	sso idは半角英字、数字、記号で入力してください。X行目 Y列目	CSVファイルを開き、sso idの値を半角英字、数字、記号に修正してください。
14	user typeは1:児童・生徒、2:先生 のいずれかを入力してください。X行目 Y列目	CSVファイルを開き、user typeを1または2になるように変更してください。
15	admission yearは4文字で入力してください。X行目 Y列目	CSVファイルを開き、admission yearの文字数が4文字になるように変更してください。

ステップ① ユーザー情報の作成、更新、削除

5. ユーザー登録用CSVのアップロード③-2 エラーメッセージが表示された場合の対処方法（統一フォーマット）

No	エラーメッセージ	対処方法
16	<u>admission year</u> は半角数字で入力してください。X行目 Y列目	CSVファイルを開き、 <u>admission year</u> の値を半角数字に修正してください。
17	<u>admission year</u> は現在の年度の前後10年で入力してください。X行目 Y列目	CSVファイルを開き、 <u>admission year</u> の値を現在の年度または前後10年に修正してください。
18	<u>user id</u> は7～64文字で入力してください。X行目 Y列目	CSVファイルを開き、 <u>user id</u> の文字数が7～64文字になるように変更してください。
19	<u>user id</u> は半角英小文字、半角数字で入力してください。X行目 Y列目	CSVファイルを開き、 <u>user id</u> の値を半角英小文字、半角数字に修正してください。
20	<u>nickname</u> は64文字以内で入力して下さい。X行目 Y列目	CSVファイルを開き、 <u>nickname</u> の文字数が64文字以内になるように変更してください。
21	<u>Ma password</u> は7～64文字で入力してください。X行目 Y列目	CSVファイルを開き、 <u>Ma password</u> の文字数が7～64文字になるように変更してください。
22	<u>Ma password</u> は半角英字、数字、記号で入力してください。X行目 Y列目	CSVファイルを開き、 <u>Ma Password</u> の値を半角英字、数字、記号に修正してください。
23	項目に改行が含まれています。項目に改行を含めないよう修正してください。X行目 Y列目	CSVファイルを開き、該当箇所を改行を含めないよう修正してください。
24	文字コードが異なります。正しい文字コードを使用したファイルを指定してください。	もう一度ひな型CSVファイルをダウンロードしてください。 ダウンロードしたひな型CSVに登録内容をコピーして再度アップロードして下さい。
25	ユーザーIDが他のユーザーと重複しています。	CSVファイルを開き、ユーザーIDを重複しない値に変更してください。

- ・児童・生徒向けシステムで以下の機能追加を行った。
- ・児童・生徒の画面からパスワードを変更する画面を追加
〈操作例〉



③アカウント管理機能（引っ越し対応）

- ・児童・生徒が自身の成果物（書き込みデータ）をエクスポートする機能を追加
〈操作例〉

a. 「学習履歴の書き出し」を選択する

The screenshot shows a web interface for account management. On the left, there are filters for '小学校' (Elementary School) and '学年' (Grade) set to '全て' (All) and '1'. Below these are buttons for '全教科' (All Subjects) and '国語' (Language). A small image of a book cover titled 'ここ' (Here) by 夏目漱石 (Shimoda Shokoku) is also visible. The main area is a modal window for password change. It has fields for '現在のパスワード' (Current Password), '新しいパスワード' (New Password), and '新しいパスワードの確認' (Confirm New Password), each with an eye icon to toggle visibility. A blue button labeled '変更する' (Change) is below. Below the password fields, there is a section titled '学習履歴の書き出し／読み込み' (Export/Import Learning History). It contains text explaining that digital textbooks and materials are linked to the account, and after exporting, they can be imported into a new account. Two buttons are present: '学習履歴の書き出し' (Export Learning History) and '学習履歴の読み込み' (Import Learning History). The '書き出し' button is highlighted with a red box. At the bottom, a note states: '※iPad版専用ブラウザでは、学習履歴の書き出しはご利用できません。' (Note: The export function is not available in the iPad version of the dedicated browser.)

b. 「一括書き出し」か「書き出し」を選択する

The screenshot shows the '学習履歴の書き出し' (Export Learning History) screen. At the top, there are filters for '小学校' (Elementary School) and '学年' (Grade) set to '全て' (All) and '1' through '6'. A blue button labeled '一括書き出し' (Export All) is on the right. Below the filters, there is a section for '令和6年度版ここ' (Reiwa 6th Year Edition Here) for '小学5年生' (Elementary School 5th Grade) with 'バージョン 1.1.1'. A button labeled '書き出し' (Export) is highlighted with a red box. At the bottom right, there is a button labeled '本棚に戻る' (Return to Bookshelf). A note at the bottom states: '※クラウド保存ではない教材は学習履歴の書き出しをご使用になれません。' (Note: Materials not saved in the cloud cannot be used for exporting learning history.)

c. 「はい」を選択して学習履歴をファイルに保存する

The screenshot shows the '学習履歴の書き出し' (Export Learning History) screen with a confirmation dialog box. The dialog box has the title '学習履歴の書き出し' and the text: '学習履歴を書き出します。データ量によっては数分かかる場合があります。よろしいですか？' (Export learning history. It may take a few minutes depending on the data volume. Is it okay?). There are two buttons: 'はい' (Yes) and 'いいえ' (No). The 'はい' button is highlighted with a red box. The background shows the same filters and buttons as in the previous screenshot.

- ・児童・生徒が自身の成果物（書き込みデータ）をインポートする機能を追加
〈操作例〉

a. 「学習履歴の読み込み」を選択する

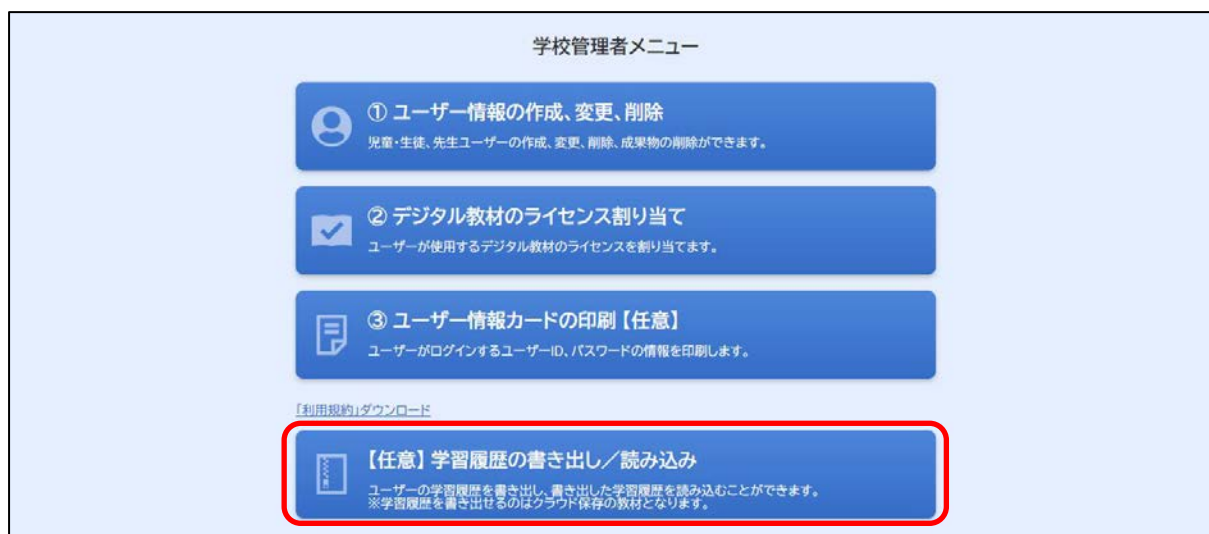
The screenshot shows a web application interface. On the left, there are filters for '小学校' (Elementary School) and '学年' (Grade) set to '全て' (All) and '1'. Below these are buttons for '全教科' (All Subjects) and '国語' (Language). A 'ここ' (Here) button is also visible. The main content area is a modal window titled '学習履歴の書き出し／読み込み' (Export/Import Learning History). It contains fields for '現在のパスワード' (Current Password), '新しいパスワード' (New Password), and '新しいパスワードの確認' (Confirm New Password), each with an eye icon. Below these is a '変更する' (Change) button. The modal also contains a section for '学習履歴の書き出し／読み込み' with explanatory text and two buttons: '学習履歴の書き出し' (Export Learning History) and '学習履歴の読み込み' (Import Learning History), which is highlighted with a red box. At the bottom, there is a note: '※iPad版専用ブラウザでは、学習履歴の書き出しはご使用になれません。' (Note: The iPad version of the dedicated browser does not support exporting learning history).

b. 「はい」を選択して学習履歴ファイルを読み込む

The screenshot shows the same web application interface as before. The modal window '学習履歴の書き出し／読み込み' is open. Below the password fields, there is a section titled '学習履歴の読み込み' (Import Learning History) with a message: '学習履歴を読み込みます。データ量によっては数分かかる場合があります。よろしいですか？' (Import learning history. It may take a few minutes depending on the data volume. Is it okay?). Below this message are two buttons: 'はい' (Yes) and 'いいえ' (No). The 'はい' button is highlighted with a red box. The same note about the iPad version is at the bottom.

- ・学校管理者が児童・生徒の成果物（書き込みデータ）をエクスポートする機能を追加
〈操作例〉

a. 学校管理者メニューから「【任意】学習履歴の書き出し/読み込み」を選択する

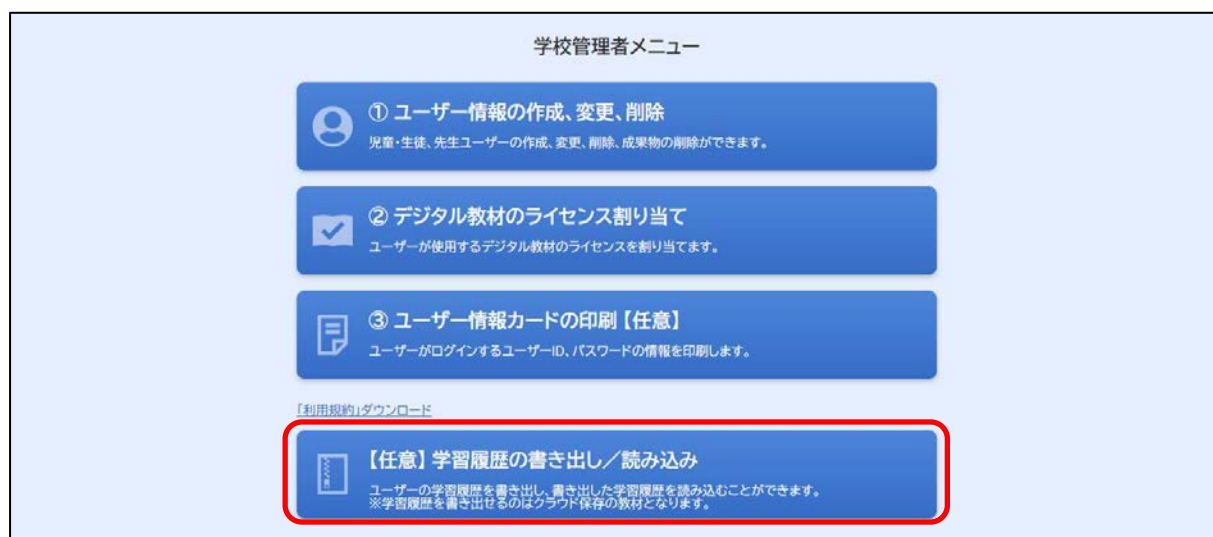


b. 学習履歴を書き出すユーザーを選択して「学習履歴の書き出し」を選択してファイルに保存する



- ・学校管理者が児童・生徒の成果物（書き込みデータ）をインポートする機能を追加
〈操作例〉

a. 学校管理者メニューから「【任意】学習履歴の書き出し／読み込み」を選択する



b. 学習履歴をインポートするユーザーの「学習履歴」を選択する



c. 「学習履歴の読み込み」を選択して、学習履歴ファイルを読み込む

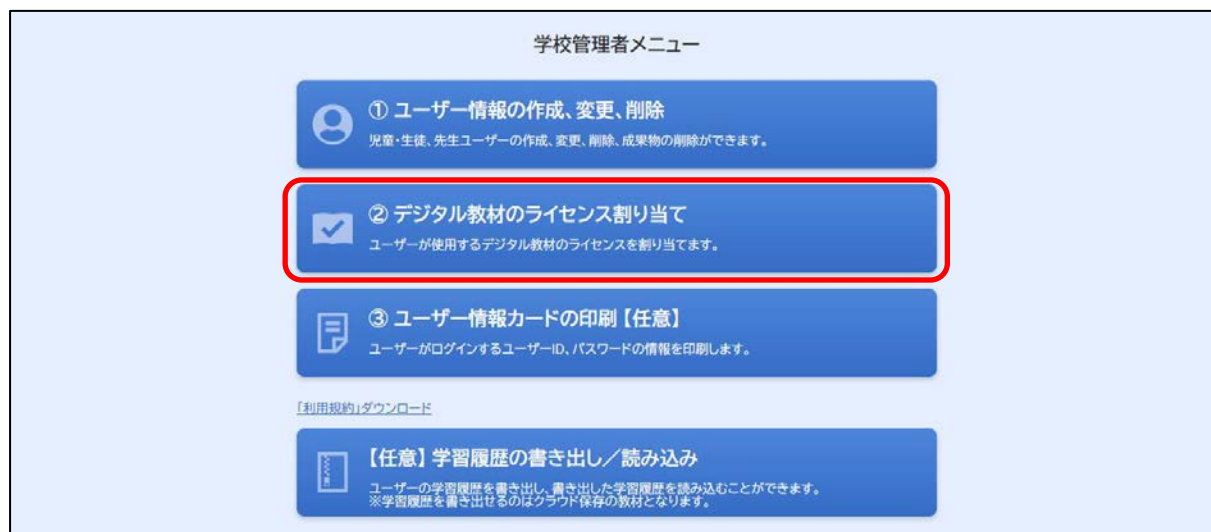


④ライセンス管理（プロダクトキーによるライセンス発行）

- ・プロダクトキーによるライセンス発行に関して以下の改修を行った
- ・教科書会社でライセンス発行時に学校管理者で出力できるプロダクトキー（クーポンコード）を採番するよう改修

- ・学校管理者がクーポンコードを出力できる機能を追加
〈操作例〉

a. 学校管理者メニューから「②デジタル教材のライセンス割り当て」を選択する



b. クーポンコードを出力する教材を選択し「クーポンコード CSV をダウンロード」を選択する



c. CSV ファイルにクーポンコードが出力される

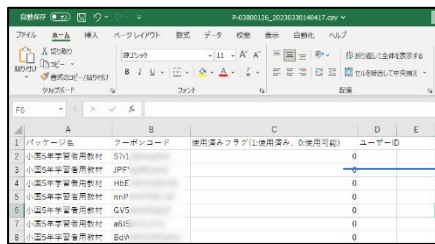
The screenshot shows a spreadsheet application interface. The title bar indicates the file is 'P-03800126_20230330140417.csv'. The ribbon includes 'ファイル', 'ホーム', '挿入', 'ページレイアウト', '数式', 'データ', '校閲', '表示', '自動化', and 'ヘルプ'. The 'ホーム' ribbon is active, showing options for clipboard, font, and alignment. The spreadsheet grid has columns A through E. Row 1 contains headers: 'パッケージ名' (A), 'クーポンコード' (B), '使用済みフラグ(1:使用済み、0:使用可能)' (C), and 'ユーザーID' (D). Rows 2 through 8 contain data for '小国5年学習者用教材' with various coupon codes and a '0' in the usage flag column.

	A	B	C	D	E
1	パッケージ名	クーポンコード	使用済みフラグ(1:使用済み、0:使用可能)	ユーザーID	
2	小国5年学習者用教材	S7r1	0		
3	小国5年学習者用教材	JPF	0		
4	小国5年学習者用教材	HbE	0		
5	小国5年学習者用教材	nnP	0		
6	小国5年学習者用教材	GV5	0		
7	小国5年学習者用教材	a6J5	0		
8	小国5年学習者用教材	BdW	0		

- ・児童・生徒によるクーポンコード登録機能の追加

＜操作例＞

a. 児童・生徒にクーポンコードを渡す

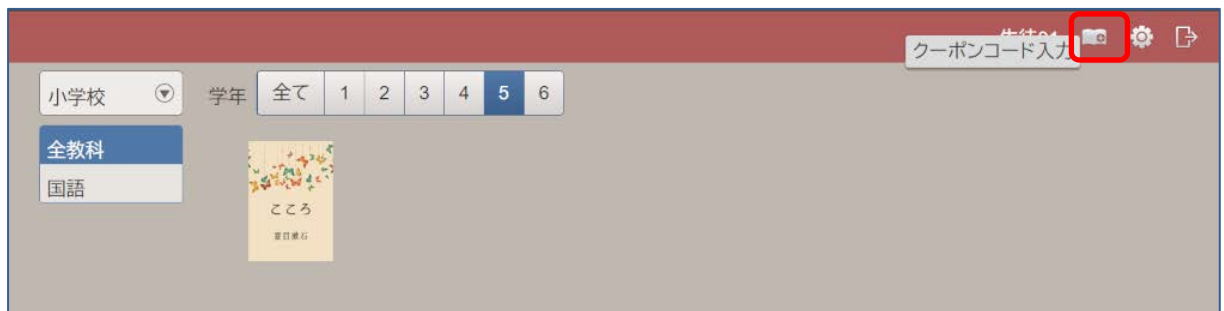


	A	B	C	D	E
1	パッケージ名	クーポンコード	使用済みフラグ (1:使用済み, 0:使用可能)	ユーザーID	
2	小学5年算数用教材	STV1		0	
3	小学5年算数用教材	JPF1		0	
4	小学5年算数用教材	HbE		0	
5	小学5年算数用教材	nRP		0	
6	小学5年算数用教材	GV5		0	
7	小学5年算数用教材	anS		0	
8	小学5年算数用教材	BdA		0	

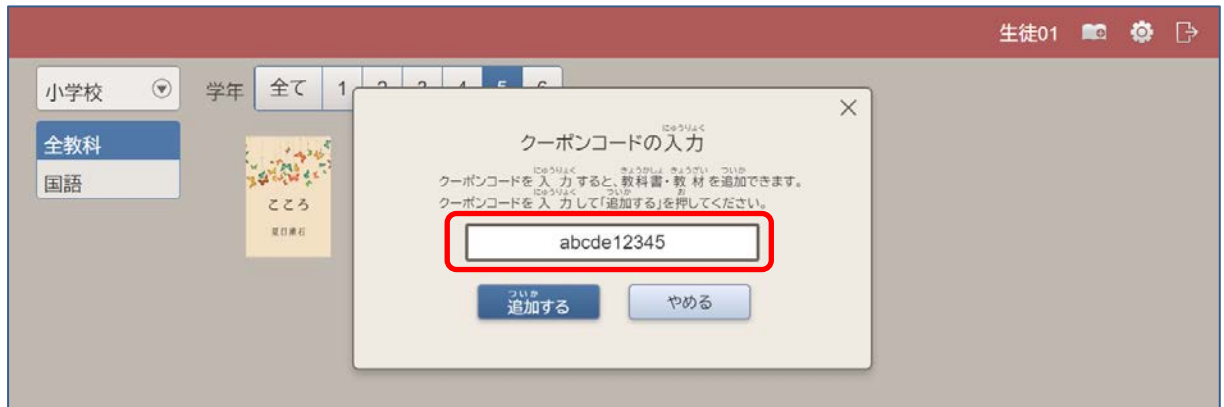


[abcde12345]
(クーポンコード)

b. 本棚から「クーポンコード入力」のアイコンを選択する

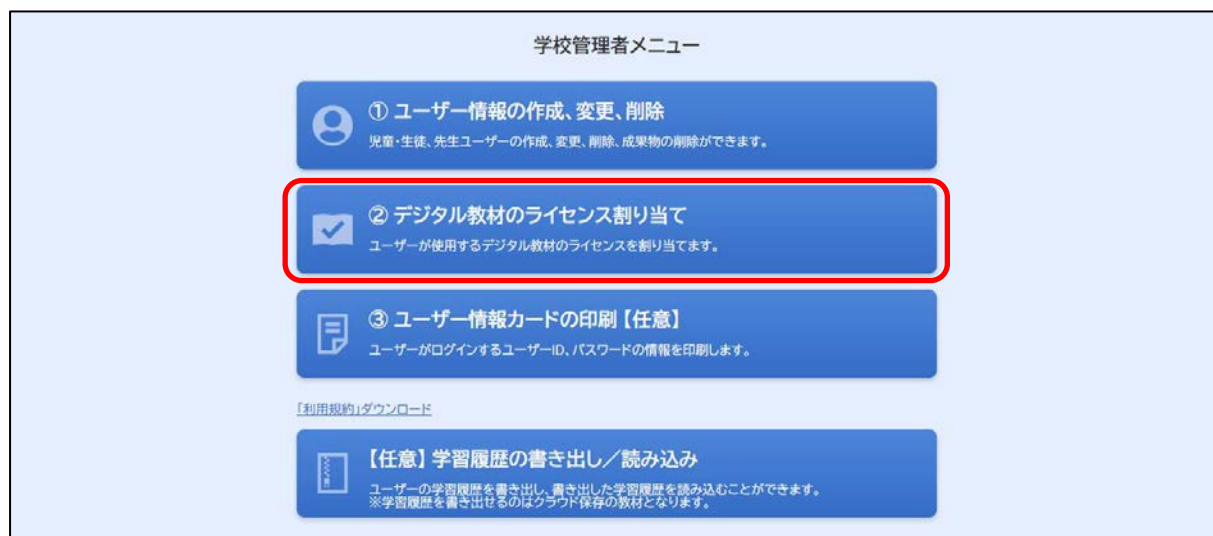


c. クーポンコード入力画面でクーポンコードを入力すると、該当の教材が使用できるようになる



- ・児童・生徒のクーポンコード登録時に学校管理者が登録状況を参照する機能追加
〈操作例〉

a. 学校管理者メニューから「②デジタル教材のライセンス割り当て」を選択する



b. クーポンコードを出力する教材を選択し「ライセンス割当状況ダウンロード」を選択する



c. ダウンロードされた CSV ファイルで、ライセンスの割り当て状況を確認できる

自動保存 LicenseAllot.csv

	A	B	C	D	E	F
1	ユーザーID	表示名	教材名	有効期限(開始)	有効期限(終了)	
2	student02		【国語5年 クラウド版】 小学校学習者用デジタル教科書(教材)	2023/2/1	2024/3/31	
3	student03		【国語5年 クラウド版】 小学校学習者用デジタル教科書(教材)	2023/2/1	2024/3/31	
4	student04		【国語5年 クラウド版】 小学校学習者用デジタル教科書(教材)	2023/2/1	2024/3/31	
5	student05		【国語5年 クラウド版】 小学校学習者用デジタル教科書(教材)	2023/2/1	2024/3/31	
6	student73		【国語5年 クラウド版】 小学校学習者用デジタル教科書(教材)	2023/2/1	2024/3/31	
7	user001		【国語5年 クラウド版】 小学校学習者用デジタル教科書(教材)	2023/2/1	2024/3/31	
8						

⑤ シングルサインオン機能

- ・ AppleSSO の機能を追加



まなビューア

学校ID

ユーザーID

パスワード

☐ ログイン状態を続ける

ログインする

他のサービスIDでログイン

 Google でログイン

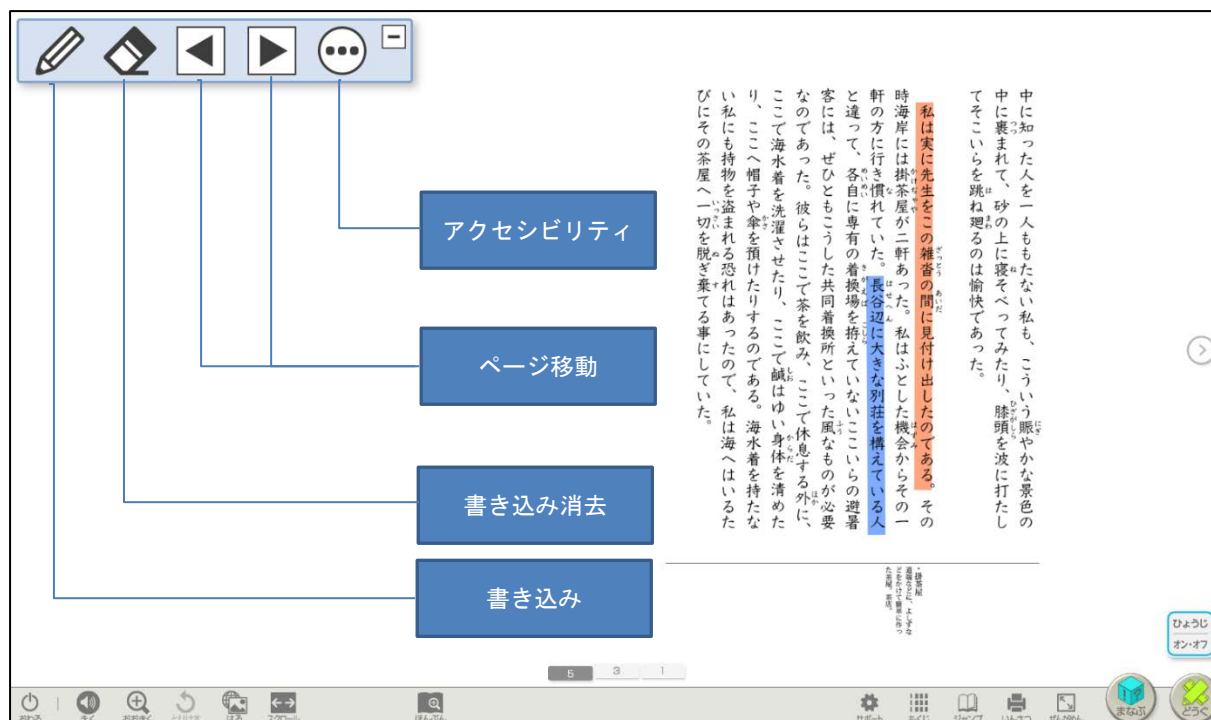
 Microsoft Microsoftアカウントでログイン

 Appleでサインイン

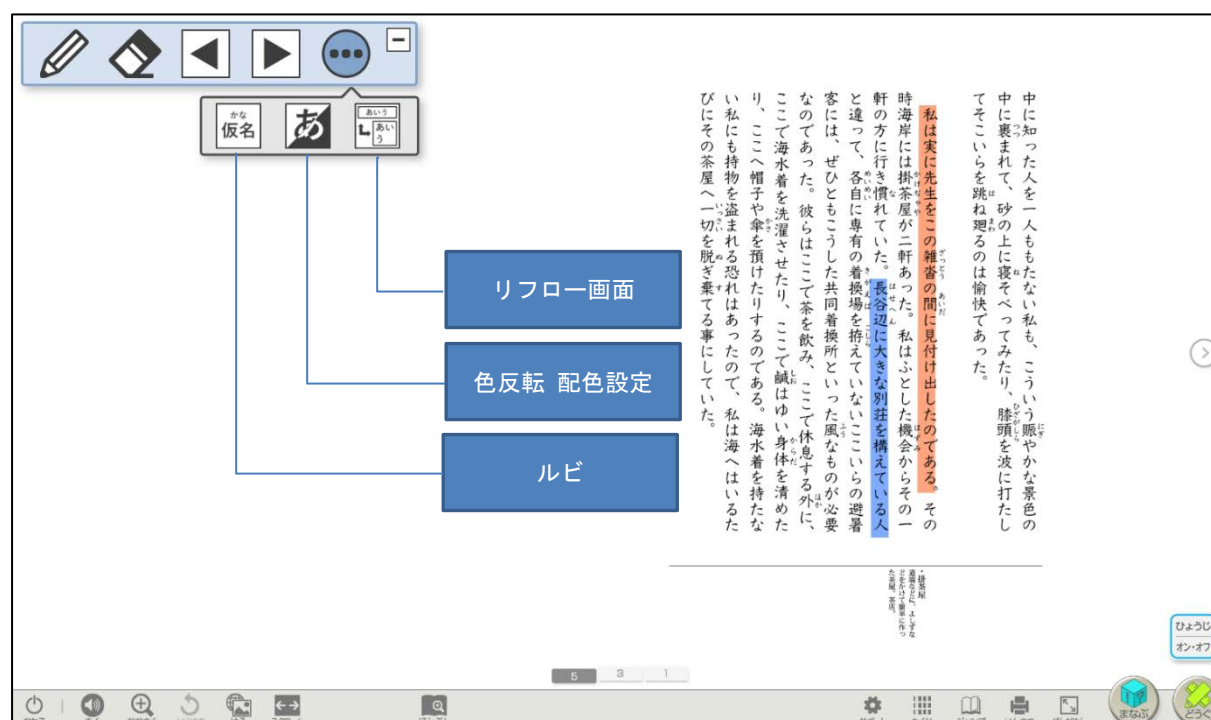
お知らせ:
IDとパスワードは半角で入力してください。
「Googleアカウントでログイン」、「Microsoftアカウント
でログイン」は、Google Chrome、Microsoft Edge、

⑥児童・生徒のアクセシビリティ向上に関する各種機能

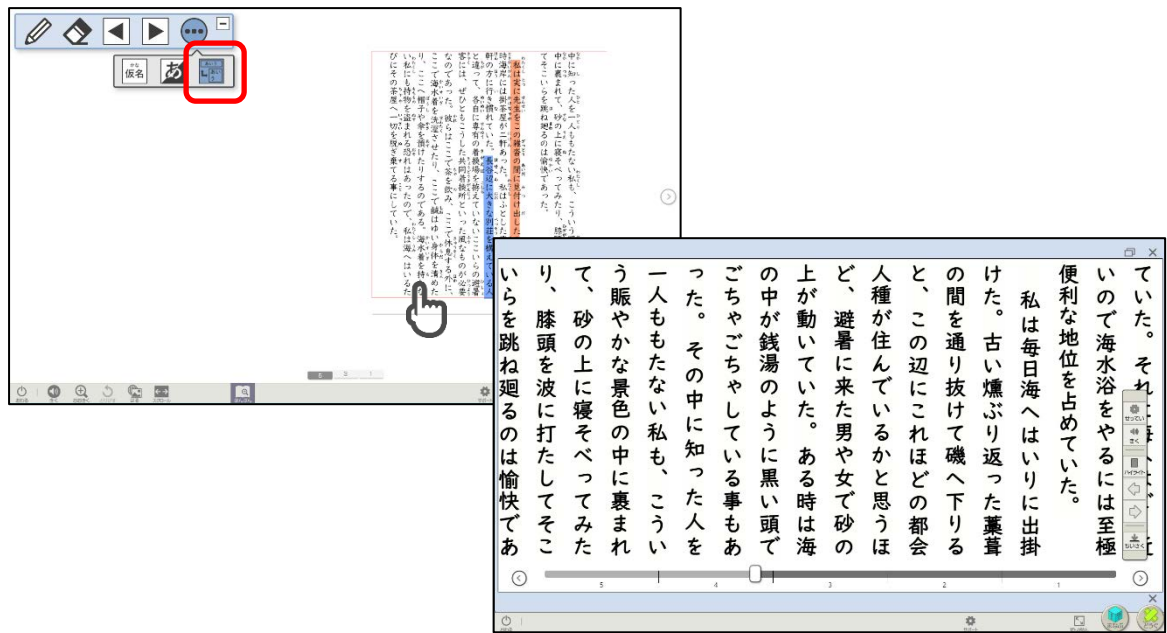
・ナビメニューの実装



・ナビメニュー「アクセシビリティ」について



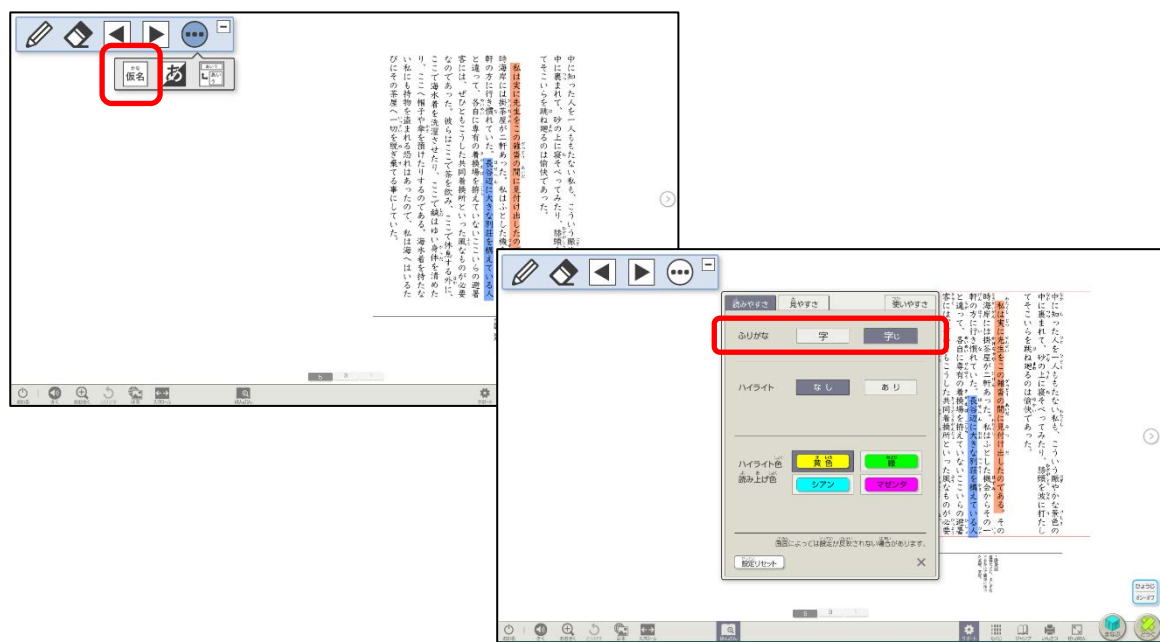
・ナビメニュー(リフロー画面)



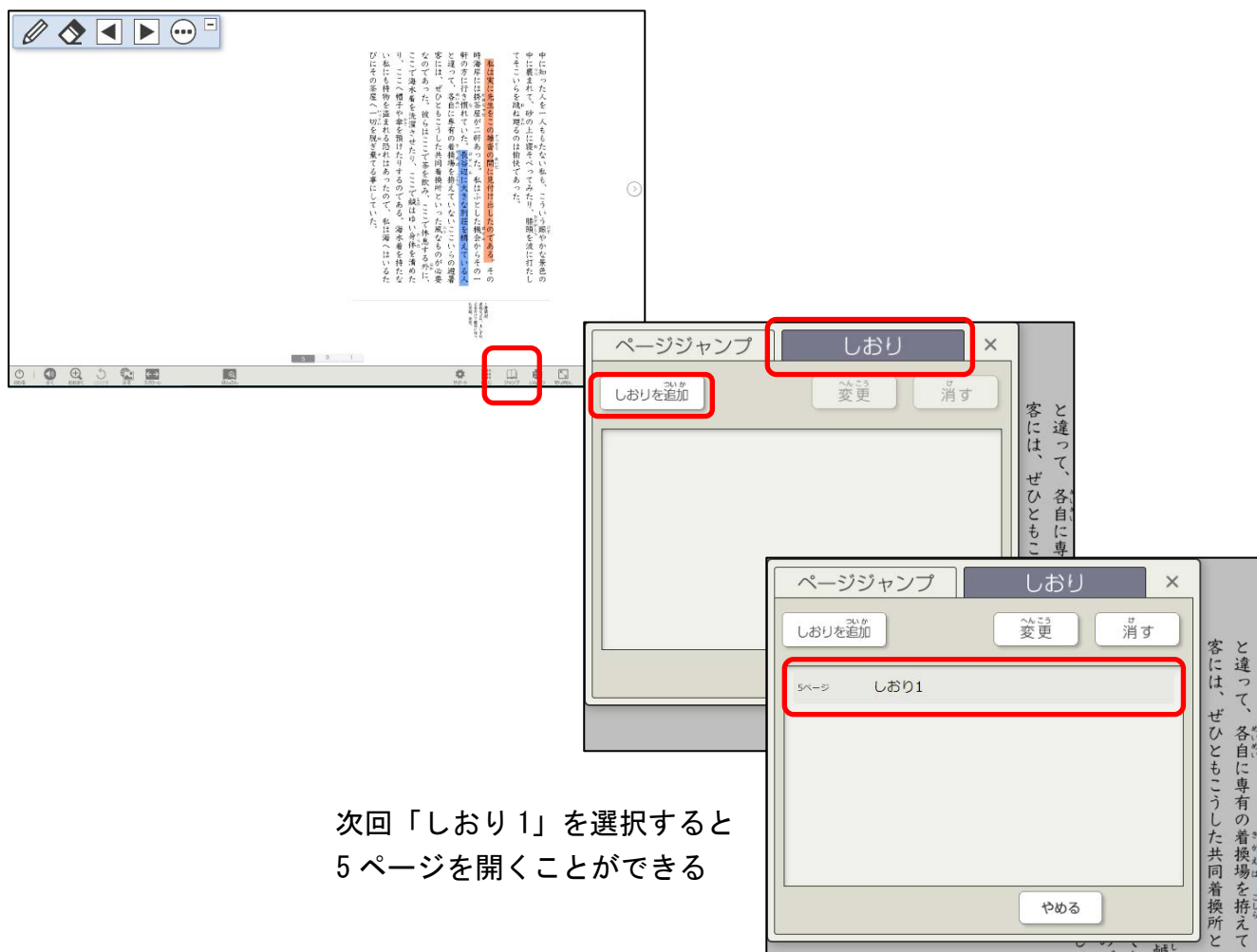
・ナビメニュー(色反転 配色設定)



・ナビメニュー(ルビ)



・しおり・ブックマーク機能の実装



(2) 非機能要件（性能に関する要件等）

①ビューアのコンテンツ表示時間

指標とする通信帯域（2Mbps）において、以下を実現した。

I. デジタル教科書の本棚からの教科書へのアクセスに要する時間

操作時間を除き、本棚から教科書紙面を開くまでに要する時間を現在の表示時間から 29.6%での表示を実現

改修前	改修後	削減比
13.97 秒	4.14 秒	$(4.14 \text{ 秒}/13.97 \text{ 秒}) \times 100=29.6\%$

※本棚→目次→教科書紙面の時間（本棚→目次はキャッシュありで計測）

II. ページめくりに要する時間

ページめくりに要する時間を 3 秒以内で実現

改修前	改修後	削減比
11.80 秒	2.77 秒	$(2.77 \text{ 秒}/11.80 \text{ 秒}) \times 100=23.4\%$

2. 開発改修されたデジタル教科書の実証

実証校（小学校）で、授業での使用と児童、教員へのアンケートとヒアリングを実施

授業での使用 令和5年2月27日、28日

実施日	学年	教科
令和5年2月27日	小学校4年	道徳
令和5年2月28日	小学校4年	国語

児童へのアンケート 令和5年2月28日

教員へのアンケート、ヒアリング 令和5年3月7日

開発改修した各機能についての児童・教員へのアンケートと教員へのヒアリングで以下の意見があった。

① デジタル教科書ビューアの軽量化（児童・教員の意見）

- ・もともとネットワーク速度が速い環境ではあるが、速くなったと感じた
- ・ネットワーク環境が十分でない学校にとってはとても有効な改修だと思う
- ・すぐにページをめくれるので使いやすい

② アカウント管理機能（ログイン ID・CSV ファイルの統一）（教員の意見）

- ・まなビューアで使用した CSV を使って、他の教科書でも登録できるのはよい

③ アカウント管理機能（引っ越し対応）（教員の意見）

- ・児童（保護者）から要望があれば、この機能を使用して対応すると思う

④ ライセンス管理（プロダクトキーによるライセンス発行）（教員の意見）

・低学年の児童がプロダクトキー（クーポンコード）を入力するのは難しいと思うので、この機能を使用する場合は運用上の検討も必要となる

⑤ シングルサインオン機能（児童・教員の意見）

- ・シングルサインオン機能を使用しているが、ログインの操作に手間取ることがなくなったため、大変ありがたい機能
- ・パスワードを入れなくてもすぐにデジタル教科書を見られるのでとても使いやすい

⑥ 児童・生徒のアクセシビリティ向上に関する各種機能（児童・教員の意見）

I. ナビメニュー

- ・ペンで書き込むときに、ナビメニューからすぐに書けるのはよい
- ・慣れてくるとナビメニューではない、本来のメニューバーのボタンで操作することも多くなるため、非表示にできる機能があることはよい
- ・ふりがなの設定がすぐに使えたり、ペンを使えたりしたのでよいと思った
- ・いろいろなことがすぐにできるようになったので、使いやすくなった
- ・ナビメニューができて分かりやすくなった

II. しおり・ブックマーク機能

- ・早速使用している児童がいた。慣れてくると使いこなす児童もいると思われる
- ・学習したところまでしおりに登録して、次回すぐに開くことができるのでよい

3. 事業の推進

事業の進捗状況を総括事業受託事業者に対して、週次で報告した。

依頼があった場合は、事務局に対して状況を報告した。

以上